

不織布被覆処理によるダイズ（エダマメ）わい化病の防除

本蔵 良三*・菊地 修¹・酒井 惇一²

Control of Soybean Dwarf Disease by Covering Seedlings with Nonwoven Fabric

Ryoso HONKURA*, Osamu KIKUCHI¹ and Junichi SAKAI²

Abstract

Soybean dwarf disease is widely distributed throughout northern Japan. In Miyagi Prefecture, the disease causes severe losses in soybean production, especially "edamame" varieties that are eaten as young seeds. The YP strain and the DP strain of soybean dwarf virus (SbDV) were detected by the RT-PCR method in infected soybean leaves collected in Sendai City in 2003. By the aphid inoculation test with *alatae* caught on soybean plants in Sendai City in June 2006, we found that *Nearctaphis bakeri* transmitted the disease, but *Aulacorthum solani* failed to transmit it. The rate of diseased plant hills increased rapidly during mid-June to late-June and, after that, increased gradually until August. To control the disease in 2003 and 2004, we tried using nonwoven fabric that covered the plants. In the treatment plots, the rates of diseased plant hills were 9.0% in 2003 and 2.4% in 2004, whereas in the no treatment plots, the rates of diseased plant hills were 58.8% and 45.8%, respectively. Covering the plants with nonwoven fabric did not affect the growth or yield of soybean plants. From these experiments, we conclude that covering emerging soybean seedlings with nonwoven fabric until late-June is an effective method to control the soybean dwarf disease of edamame plants.

(Received October 6, 2008 ; Accepted February 9, 2009)

Keywords : dwarf disease, soybean, edamame, soybean dwarf virus, *Nearctaphis bakeri*

キーワード : わい化病, ダイズ, エダマメ, ダイズわい化ウイルス, ツメクサベニマルアブラムシ

緒 言

ダイズわい化病（種子生食用のエダマメに発生するわい化病も同一の病気である）は、茎葉の矮化や黄化、縮葉等の全身症状（第1図）を生ずるウイルス病である。クローバー類が病原ウイルスの主な宿主であり、アブラムシによって伝搬され、収量に重大な被害を及ぼすダイズの主要病害の一つである（玉田ら, 1969 ; 玉田, 1975）。1952年頃に北海道道南地方で発生し、その後全道内に蔓延して大きな被害を生じ、1971年以降、青森県、岩手県、宮城県と発生地が太平洋岸を徐々に南下した後、東北6県のほか国内に広く発生するようになった（御子柴ら, 1990, 1995）。宮城県では1984年に本吉郡唐桑町で発生が初めて確認され、その後急速に県下全域に発生地が拡大した（本蔵ら, 1988）。現在、宮城県下のダイズにはいたるところで本病の発生が認められるが、転換畑ダイズなどの大規模栽培圃

場では圃場周辺の散発的な発生にとどまっている。しかし、6月に播種される一般のダイズ栽培に比べて、5月上旬以前に播種されるエダマメ栽培では、本病による被害が目立ち、発病株率が50%を超えるような多発生も散見されている。

ダイズ罹病株から分離されるダイズわい化ウイルスには、病徴型（わい化：D、黄化：Y）と伝搬アブラムシの種類（ジャガイモヒゲナガアブラムシ：S、ツメクサベニマルアブラムシやエンドウヒゲナガアブラムシ：P）により、DS、DP、YS、YPの4種類の系統が知られている。すなわち、ジャガイモヒゲナガアブラムシが伝搬するわい化系統（DS系統）と黄化系統（YS系統）、ツメクサベニマルアブラムシやエンドウヒゲナガアブラムシが伝搬するわい化系統（DP系統）と黄化系統（YP系統）の4種類がある（玉田, 1975, 御子柴ら, 1992, 本多ら, 1999）。近年、北海道と青

1 宮城県農業・園芸総合研究所

2 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター

* Corresponding author (E-mail : honkura@myu.ac.jp)

森県は YS 系統が、秋田、岩手県以南には YP 系統が主に発生し、岩手県内の盛岡市周辺より北方では YS 系統と YP 系統が混在すると推定されている（御子柴ら, 1995, 本多ら, 1996, 兼松ら, 2003, 酒井ら, 2004）。



第1図 わい化病罹病エダマメ（わい化および縮葉症状）

本病の防除対策として多くの研究がなされているが、ウイルスの増殖を直接抑える薬剤がないことから、ウイルスを媒介するアブラムシを駆除するための殺虫剤の茎葉散布や土壌施用等の防除効果が早くから検討された（木幡, 1968；玉田, 1975）。しかし、殺虫剤の施用は、アブラムシの圃場内での増殖を抑える効果は高いが、飛来成虫の吸汁によるウイルス感染を抑えることができないため、殺虫剤の使用のみでは十分な防除効果が得られないことがある。

宮城県においては、エダマメ栽培において本病の被害が大きいことから、筆者らはアブラムシ飛来時のウイルス感染を回避して本病の発生を防ぐことを目的として、不織布を用いたエダマメ茎葉の被覆処理による防除法を検討した。その結果、実用的に耐えうる良好な防除効果が得られたのでここに報告する。

なお、東北南部地域におけるダイズわい化病に関する知見が少ないことから、試験地とその周辺に分布するダイズわい化ウイルスの系統、病原ウイルスを伝搬するアブラムシの種類、本病によるエダマメの被害等、本病に関して得た 2, 3 の知見とすでに口頭発表した内容（本蔵・酒井, 2005）を合わせて報告することにした。

材料および方法

1. 宮城県中部地域におけるダイズわい化病の発生地

とウイルスの系統

2003年10月2日に仙台市太白区から岩沼市にかけて8地点のダイズ畑を調査した。また、仙台市太白区にある宮城大学学内圃場で、症状の異なるエダマメ株から4試料を採集し、次に示す RT-PCR 法による系統識別法（寺内ら, 2002）を一部改変した方法を用いてウイルスの系統を判定した。採集した罹病葉からの全 RNA 抽出には TRIZOL Reagent (Invitrogen) を用い、プロトコルに従って行った。RT-PCR には GeneAmp Gold RNA PCR Kit (Applied Biosystems) を用いた。RT-PCR に用いたプライマーは、逆転写反応が DY3' (5'-GCCACCTTAACAACAAAGAGG-3'), PCR 反応が RTD S2+ (5'-CATGATTGCTTACG ACGACGATT-3'), RTD P+ (5'-GAACACTTAGA GGGTGTAAAGAGG-3') である。逆転写反応は 95°C 10分, 42°C 40分, 95°C 5分で行った。PCR 反応は 95°C 10分 1 サイクル, 94°C 20秒, 50°C 30秒, 72°C 75秒を 35 サイクル, 72°C 7分 1 サイクルで行った。本系統識別法においては、PCR 増幅断片のアガロース電気泳動により、ダイズわい化ウイルスの4つの系統はそれぞれ異なったサイズのバンドとして検出される。すなわち、YS 系統では 1827bp, YP 系統では 1493bp, DS 系統では 1699bp, DP 系統では 1376bp である。さらに、YS と YP の PCR 増幅断片は制限酵素 *Pst*I で切断されるが、DS と DP の PCR 増幅断片は *Pst*I で切断されないことから、YS と DS, YP と DP の判別を行うことができる。

2. ダイズわい化ウイルス伝搬アブラムシの種類

2006年および2008年に宮城大学食産業学部学内圃場において、前年までの調査からウイルス伝搬時期と推定された6月中下旬の晴天日の正午前後にエダマメに寄生していたアブラムシ類を調査した。2006年は6月15日にエダマメ約150株を調査し、葉に寄生していた有翅虫を吸虫管を用いて採集した。有翅虫が含まれていないコロニーからは体長の最も大きい個体を1頭ずつ採集した。採集当日に、あらかじめ用意しておいた直径約6cm、高さ約20cmのガラス管に1本ずつ入れた、本葉展開初期のエダマメ苗「鶴の子」にアブラムシを1頭ずつ接種し、ガーゼで蓋をして直射日光の当たらないガラス室内に放置した。接種4日後にアブラムシを回収して70%エチルアルコール液に保存した。アブラムシ回収後のエダマメは、1本ずつ鉢に移植してガラス室内で栽培し、30日後にわい化病発生の有無を病徴観察により調査した。

2008年は6月30日にエダマメ約450株を調査し、上記と同様に寄生していたアブラムシ類を採集し、70%エチルアルコール中で保存した。

回収および採集した虫体は次に示す簡便法（ランバーズ法）（田中，1976）でプレパラートに封入した。すなわち、70%エチルアルコールに採集固定したアブラムシを、湯煎を使い10%水酸化カリウム液で10分間加熱した後水酸化カリウム液を捨て、70%エチルアルコールを入れ3分間放置し水洗した。次にアルコールを捨て、クロラールフェノール液を加え10分間湯煎した。その後虫体を液ごと時計皿に移し、実体顕微鏡下で柄付針を用い、虫体内の気泡と内容物を除去した。プレパラート標本の作成は、スライドガラスに埋封液を滴下し、虫体をのせて姿勢を整え、カバーガラスをかけて固化するまで水平に静置した。

種の判別は、田中（1976）、Taylor, L. R. ed. (1984) および菊地（1993）を参考にして、プレパラートの検鏡により行った。

3. 試験圃場の耕種概要と試験区の設定

特に記述しない場合は以下の方法による。約12m四方の圃場全面にエダマメ「富貴」（タキイ種苗株式会社から購入）および「鶴の子」（株式会社渡辺採種場から購入）を栽培した。基肥として、10a 当り N: 2 kg, P₂O₅: 6 kg, K₂O: 8 kg を施用し、追肥は行わなかった。栽植密度は、うね幅80cm, 株間20cmの1条植えとした。1穴あたり4粒播種し、覆土後に除草剤トリフルラリン粒剤を散布した。初生葉展開後に間引いて1株2本仕立てとした。その後適宜、手取り除草と培土を行った。試験区は4m×0.8mを1区とし、3反復した。

4. わい化ウイルスの感染時期とわい化病発生推移

1) 健全苗の圃場暴露による感染時期の調査

ガラス室内で1鉢に5粒ずつ播種して育苗した本葉展開初期のエダマメ苗「富貴」または「鶴の子」を12鉢60本ずつ、2004年5月31日から7月11日まで、10日間隔で4回、試験圃場周辺に設置した。暴露10日後に回収し、アブラムシ類を除去した後、ガラス室内で栽培して、30日後にわい化病発生の有無を病徴観察により調査した。

2) 移植時期の移動による感染時期の調査

ガラス室内で育苗した本葉展開初期のエダマメ苗「鶴の子」を、2003年5月20日、6月3日、6月17日および7月1日に、試験圃場に1区15株30本ずつを移植して、その後のわい化病発生状況から、感染時期を

推定した。

3) わい化病発生推移の調査

2004年5月6日にエダマメ「鶴の子」を圃場に直接播種し、その後7月31日まで約10日間隔で80株について発病の有無を肉眼観察で調査し、調査時期別の発病株率を求めた。

5. わい化病がエダマメの生育および収量に及ぼす影響

2005年4月25日に播種し、出芽後に1株1本仕立てにした。「富貴」は8月11日、「鶴の子」は9月9日の、それぞれの収穫期に発病および生育・収量調査を実施した。発病調査は茎葉の病徴観察による。生育・収量調査は、3株以上連続した健全株あるいは罹病株の中央から合わせて12株ずつを抜き取り、主茎長、主茎の節数、分枝数、総節数、粒数別莢数および粒数別莢重量を測定した。なお、調査した罹病株は、生育初期に感染して著しくわい化した株を除き、普通に見られる症状（草高がやや低く、葉の縮みと葉脈以外が黄化した症状）を示している株とした。

6. 不織布の被覆処理によるわい化病防除および被覆処理がエダマメの生育・収量に及ぼす影響（学内圃場）

2003年は「鶴の子」を供試し、5月13日に播種した。2004年は「富貴」を供試し、5月6日に播種した。2004年はカメムシ等の子実害虫が多発生したため、被覆処理終了後の7月15日（子実肥大期）にMEP剤とPAP剤の混合液剤を試験圃場全面に散布して害虫を防除した。

被覆処理は、幅120cmの不織布（商品名パオパオ90R、三井化学株式会社、光透過率約90%）を使用し、播種直後から所定日まで、アブラムシが飛び込まないように茎葉全体を1列ずつ被覆した。2003年は無被覆区、6月10日除覆区、6月24日除覆区および7月7日除覆区の4区を設定した。2004年は無被覆区、6月1日除覆区、6月11日除覆区、6月21日除覆区および7月1日除覆区の5区を設定した。

発病調査は、本葉展開時期から約10日間隔で、各区15株30本について茎葉の病徴観察により行い、発病株率および発病主茎率（個体率）を求めた。

生育・収量調査は、2004年のみ実施し、収穫期の8月2日に、各区10株20本ずつを抜き取り、主茎長、主茎の節数、分枝数、総節数、粒数別莢数および粒数別莢重量を測定した。

7. 不織布の被覆処理が生育・収量に及ぼす影響（一般農家圃場）

2006年に仙台市太白区山田の一般農家圃場（面積約

3a)において実施した。基肥として、10a 当り N : 2.4kg, P₂O₅ : 2.1kg, K₂O : 1.5kg を施用し、追肥は7月26日に、10a 当り P₂O₅ : 5.2kg, K₂O : 3.2kg を施用した。栽植密度は、うね幅75cm, 株間30cm, 1株2本ずつの2条植えとした。供試品種は「富貴」で、5月13日に播種して水稻育苗ハウス跡で育成し、5月26日に移植した。

幅180cmの不織布(商品名パオパオ90R, 三井化学株式会社, 光透過率約90%)を2列ずつまとめて被覆した(第2図)。移植翌日の5月27日から7月6日まで被覆した区と5月27日から7月25日まで被覆した区の2処理区を設け、それぞれ3反復した。収穫期の8月8日に各区10株, 20本ずつを抜き取り、主茎長, 主茎の節数, 分枝数, 総節数, 粒数別莢数および粒数別莢重量を測定した。



第2図 不織布を用いた被覆処理の状況(被覆処理終了直前)

結 果

1. 宮城県中部地域におけるダイズわい化病の発生地とウイルスの系統

2003年10月2日に仙台市太白区から岩沼市にかけて8地点のダイズ畑を調査したところ、6地点で発病が確認された(第1表)。エダマメ品種を5月中に播種した食産業学部学内圃場では半数以上の株が発病し、縮葉症状, 黄化症状や著しいわい化症状が認められたが、その他の5地点では、数a~十数aのダイズ畑に散発的な発病が認められ、いずれも縮葉症状を示していた。

学内圃場で採集した症状の異なる罹病株4試料について、わい化ウイルスの系統をRT-PCR法による系

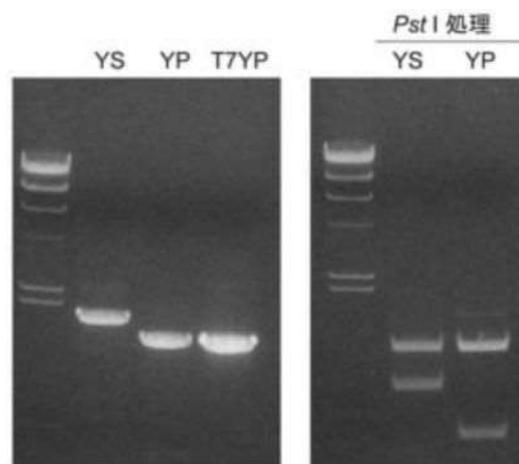
第1表 宮城県中部地域におけるダイズわい化病の発生地とウイルスの系統

調査地	発病の有無	主な症状	ウイルス系統
仙台市太白区旗立	有	縮葉, 黄化, (矮化)*	YP, DP**
名取市高館金剛寺	有	縮葉	—
名取市高館鴻ノ巣	有	縮葉	—
名取市田高	有	縮葉	—
名取市愛島	無	—	—
名取市本郷	無	—	—
岩沼市亀塚	有	縮葉	—
岩沼市東谷地	有	縮葉	—

注)2003年10月2日調査

* 少数の株に著しいわい化が認められた

** 4試料中 YP:4試料, DP:1試料(重複感染)



第3図 RT-PCR法によるSbDVの系統判別
注) YS, YP, T7YPはダイズわい化ウイルス(SbDV)の系統名

統識別法により調査したところ、すべての試料から1493bpのPCR増幅断片が検出され、制限酵素PstIで切断されたことから(第3図)、4試料のいずれから、エンドウヒゲナガアブラムシおよびツメクサベニマルアブラムシによって伝搬され、主にシロクロバーを宿主にしているYP系統であることが判明した。また、1試料からは、YP系統と同じアブラムシによって媒介されるDP系統も検出され、YP系統とDP系統の重複感染が確認された。

2. ダイズわい化ウイルス媒介アブラムシの種類

2006年6月15日に行ったアブラムシ採集結果を第2表に示した。エダマメ約150株から、有翅胎生雌虫が11頭採集された。有翅胎生雌虫が存在しないコロニーから採集した無翅胎生雌虫および幼虫を合わせると21頭が採集された。これらから、第4図に示したジャガイモヒゲナガアブラムシ, ツメクサベニマルアブラムシ

シおよびマメアブラムシが確認され、頭数はジャガイモヒゲナガアブラムシが最も多かった。これら21頭をエダマメ幼植物に接種したところ、ツメクサベニマルアブラムシの有翅胎生雌虫では4頭中2頭でわい化ウイルスの媒介が確認された。ツメクサベニマルアブラムシ無翅胎生雌虫では、1頭のみ供試であったが、媒介は認められなかった。

他の種では有翅胎生雌虫、無翅胎生雌虫および幼虫のいずれでもウイルスの媒介は認められなかった（第2表）。

2008年6月30日に行った採集結果を第2表に示した。エダマメ約450株から採集した51頭から、ジャガイモヒゲナガアブラムシ、ツメクサベニマルアブラムシ、ダイズアブラムシおよびケヤキヒゲマダラアブラムシ（第4図）が確認された。その他に有翅胎生雌虫が1頭採集されたが、ダイズおよびマメ科の野菜類に寄生するといわれる種（日本応用動物昆虫学会，2006；田中，1976）には該当しなかったため、詳細な検討は行わず不明種とした。

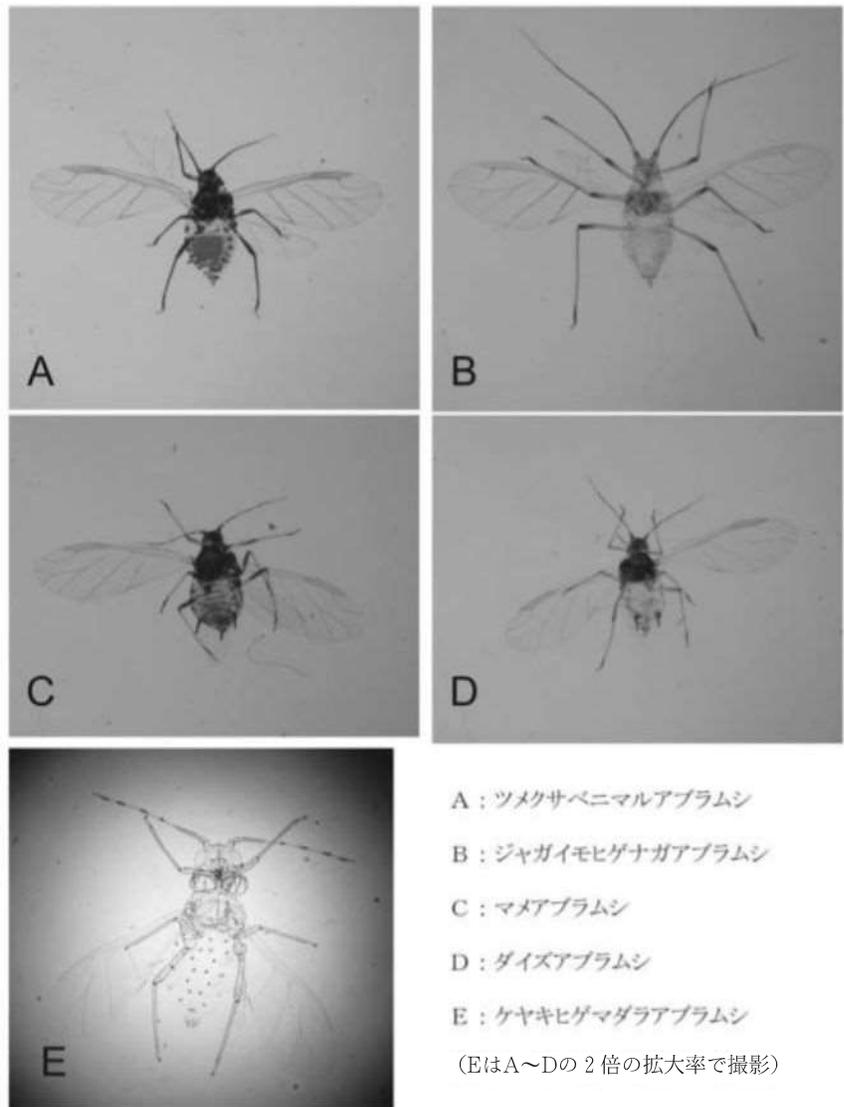
また、両年とも1齢幼虫で標本作成中に紛失したものや形態の崩れたものは不明種とした。

これらの結果から、仙台市太白区にある宮城大学食産業学部の学内圃場で栽培されているエダマメ（ダイズ）には、ダイズに寄生するジャガイモヒゲナガアブラムシ、ダイズアブラムシ、マメアブラムシ、ツメクサベニマルアブラムシ（日本応用動物昆虫学会，2006）および有翅胎生雌虫のみが寄生するといわれるケヤキヒゲマダラアブラムシ（田中，

第2表 エダマメ茎葉から採集されたアブラムシ類

採集年月日	種名	有翅胎生雌虫	無翅胎生雌虫	幼虫	合計
2006年 6月15日	ジャガイモヒゲナガアブラムシ	5 (0)	5 (0)	1 (0)	11 (0)
	ツメクサベニマルアブラムシ	4 (2)	1 (0)	0 (0)	5 (2)
	マメアブラムシ	2 (0)	1 (0)	0 (0)	3 (0)
	不明	0 (0)	0 (0)	2 (0)	2 (0)
2008年 6月30日	ジャガイモヒゲナガアブラムシ	6	3	16	25
	ツメクサベニマルアブラムシ	5	0	0	5
	ダイズアブラムシ	3	7	6	16
	ケヤキヒゲマダラアブラムシ	1	0	0	1
	不明	1	0	3	4

注) ()内の数値は接種により、わい化ウイルスの伝搬が確認された頭数。



A : ツメクサベニマルアブラムシ
 B : ジャガイモヒゲナガアブラムシ
 C : マメアブラムシ
 D : ダイズアブラムシ
 E : ケヤキヒゲマダラアブラムシ

(EはA~Dの2倍の拡大率で撮影)

第4図 ダイズ茎葉から採集されたアブラムシ（有翅胎生雌虫）

1976) が飛来し、ツメクサベニマルアブラムシがダイズわい化ウイルスを伝搬していることが確認された。

3. わい化ウイルスの感染時期とわい化病発生推移

1) 幼苗の圃場暴露による感染時期の推定

2004年5月31日から7月11日まで、約10日間隔で、鉢植えした本葉展開初期のエダマメ12鉢60本ずつを圃場周辺に設置した後にガラス室内で栽培して、圃場暴露時のわい化病感染の有無を調査した結果を第3表に示した。5月31日から6月11日まで暴露した区ではエダマメ苗60本中6本にその後の発病が認められ、6月11日から6月21日まで暴露した区では60本中4本に発病が認められた。6月21日から7月11日まで暴露したものでは発病は全く認められなかった。

第3表 圃場暴露苗のわい化病発生状況(2004年)

暴露期間	供試苗数(本)	発病苗数(本)
5/31~6/11	60	6
6/11~6/21	60	4
6/21~7/01	60	0
7/01~7/11	60	0

注) 鉢植えした本葉展開初期のエダマメ苗を圃場周辺に設置

この結果から、わい化ウイルス保毒アブラムシの飛来吸汁によるわい化ウイルスの伝搬は6月上旬~中旬に多く、6月下旬以降は少ないと推定された。

2) 移植時期の移動による感染時期の推定

2003年5月20日から7月1日まで、約2週間間隔で時期を変えてエダマメ苗を移植し、移植時期とわい化病発生量との関係からウイルスの感染時期を推定した。8月8日の発病調査結果を第4表に示した。5月20日および6月3日に移植した区ではそれぞれ67.6%および75.0%の発病株率であり、発病主茎率で見るとそれぞれ53.8%および59.7%と高い発病率であった。一方、6月17日移植区では発病株率で5.6%、発病主茎率では2.8%と激減し、7月1日移植区では発病は認められなかった。

この結果から、6月17日以前にわい化病の感染が多く、それ以後では感染が急激に減少したことが分かった。

3) わい化病の発生推移

2004年5月6日に播種して、その後7月31日まで約

第4表 エダマメわい化病の発生に及ぼす移植時期の影響(2003年)

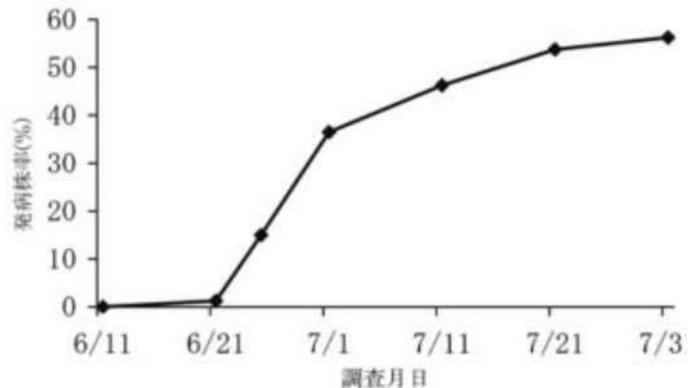
移植時期	発病株率(%)				発病主茎率(%)			
	I	II	III	平均	I	II	III	平均
5月20日	80.0	50.0	72.7	67.6 a	65.0	41.7	54.6	53.8 a
6月 3日	58.3	75.0	91.7	75.0 a	45.8	50.0	83.3	59.7 a
6月17日	0.0	16.7	0.0	5.6 b	0.0	8.3	0.0	2.8 b
7月 1日	0.0	0.0	0.0	0.0 b	0.0	0.0	0.0	0.0 b

注1) 8月8日調査。I, II, IIIは3反復した調査結果を示す。

注2) 表中の同一英小文字はTukeyの多重検定法(5%水準)により有意差が認められないことを示す。

10日間隔で80株について発病株率を調査した結果を第5図に示した。6月21日に1株に発病が認められ、その後7月1日にかけて発病が急増した。その後はエダマメの収穫期近くまで徐々に増加が見られた。

前述のアブラムシ接種の実験結果によると、わい化病の感染から発病までの潜伏期間が10日~2週間前後であったことから、2004年は6月上旬から中旬がわい化ウイルスの感染が活発であったと考えられた。



第5図 ダイズわい化病の発生推移(2004年)

4. わい化病がエダマメの生育および収量に及ぼす影響

2005年4月25日に播種し、「富貴」は8月11日、「鶴の子」は9月9日のそれぞれの収穫期に、健全株および罹病株を12株ずつ抜き取り、主茎長、主茎の節数、分枝数、総節数、粒数別莢数および粒数別莢重量を測定した。その結果を第5表および第6表に示した。なお、圃場全体の品種別わい化病発病株率は、「富貴」36.2%、「鶴の子」62.7%であった。

両品種とも、罹病株の草高(主茎長)は、健全株の64~69%と低くなり、葉数(節数)や分枝数も50%前後減少した。健全株と比べた罹病株の総莢数は、「富貴」34.1%、「鶴の子」24.4%であり、品質上重要な3粒莢と2粒莢合計値では、「富貴」が24.8%、「鶴の子」では7.8%と大幅に減少した。健全株と比べた

第5表 ダイズわい化病罹病株と健全株との生育の比較（2005年）

品種 (調査月日)		主茎長 (cm)	主茎節数 (個)	総節数 (個)	分枝数 (本)
富貴 (8月11日)	健全株	40.7±5.4	12.8±0.4	42.3±5.6	5.7±1.6
	罹病株	26.0±6.8	10.5±2.4	19.2±7.0	2.5±1.3
鶴の子 (9月9日)	健全株	49.0±5.1	13.3±0.5	40.3±2.9	5.8±1.2
	罹病株	33.7±6.1	11.6±1.6	23.4±9.5	3.2±1.6

注) 表中の数値は平均値±標準偏差を示す。

被覆した区では発病が著しく少なくなり、発病株率はそれぞれ9.0%および4.6%、発病主茎率はそれぞれ3.9%および1.8%と、無被覆区と比較すると著しい発病率の低下が認められた。

同様の実験を2004年にも実施した（供試品種は「富貴」）。5月6日に播種し、被覆処理を行わなかった区、播種直後から6月1日まで被覆した区、6月11日まで不織布で被覆した区、6月21日まで被覆した区および7月1日まで被覆した区

第6表 ダイズわい化病罹病株と健全株との収量の比較（2005年）

品種		莢数(個/株)					莢重量(g/株)				
		3粒莢	2粒莢	1粒莢	不稔他	総莢数	3粒莢	2粒莢	1粒莢	不稔他	総莢重
富貴	健全株	12.2±5.1	29.7±6.7	7.5±2.3	7.8±5.3	57.2±19.4	39.8±17.3	65.0±16.1	8.6±3.0	5.4±2.9	118.8±39.8
	罹病株	2.2±2.9	8.2±3.8	3.8±2.4	5.3±3.9	19.5±13.0	4.8±6.5	11.7±6.4	3.2±2.2	2.7±2.2	22.4±17.3
鶴の子	健全株	2.7±3.1	30.5±6.2	17.5±4.4	9.5±2.7	60.2±16.4	11.2±12.8	94.6±23.0	29.9±7.4	7.4±2.8	143.1±46.0
	罹病株	0.1±0.3	2.5±1.9	6.1±4.0	6.0±5.2	14.7±11.4	0.2±0.8	5.0±4.4	6.6±4.3	3.5±4.1	15.3±13.6

注1) 表中の数値は平均値±標準偏差を示す。

注2) 4月25日播種, 8月11日収穫(富貴), 9月9日収穫(鶴の子)

罹病株の総莢重は、「富貴」18.9%、「鶴の子」10.7%であり、3粒莢と2粒莢の合計値では「富貴」15.7%、「鶴の子」4.9%と大きな減収が認められた。

5. 不織布を用いた茎葉被覆処理によるわい化病の防除効果

2003年5月13日に「鶴の子」を播種し、被覆処理を行わなかった区、播種直後から6月10日まで不織布で被覆した区、6月24日まで被覆した区および7月7日まで被覆した区を設定して、不織布を用いたエダマメ茎葉の被覆処理によるわい化病の発生抑制効果を調査した。発病株の増加がほぼ停止した8月8日の発病調査結果を第7表に示した。発病が最も多かったのは、無被覆処理および6月10日に被覆処理を終了した区であり、発病株率はそれぞれ58.8%および48.5%、発病主茎率はそれぞれ38.0%および27.2%と高い発病率が認められた。一方、6月24日まで被覆した区および7月7日まで

を設定した。収穫期に近い7月30日の発病調査結果を第8表に示した。

発病が最も多かったのは、無被覆区および6月1日まで不織布で被覆した区で、発病株率はそれぞれ45.8

第7表 エダマメわい化病の発生に及ぼす不織布被覆処理の影響(2003年)

除覆時期	発病株率(%)				発病主茎率(%)			
	I	II	III	平均	I	II	III	平均
無被覆	66.7	64.3	45.5	58.8 ^a	38.5	46.4	29.2	38.0 ^a
6月10日	57.1	45.5	42.9	48.5 ^a	39.4	24.0	18.2	27.2 ^a
6月24日	6.3	6.3	14.3	9.0 ^b	3.0	3.6	5.1	3.9 ^b
7月7日	0.0	7.1	6.7	4.6 ^b	0.0	5.4	0.0	1.8 ^b

注1) 8月8日調査。I, II, IIIは3反復した調査結果を示す。

注2) 表中の同一英小文字はTukeyの多重検定法(5%水準)により有意差が認められないことを示す。

第8表 エダマメわい化病の発生に及ぼす不織布被覆処理の影響(2004年)

除覆時期	発病株率(%)				発病主茎率(%)			
	I	II	III	平均	I	II	III	平均
無被覆	41.7	58.3	37.5	45.8 ^{ab}	33.3	37.0	27.3	32.5 ^a
6月1日	66.7	45.5	37.5	49.9 ^a	44.4	29.2	29.4	34.3 ^a
6月11日	14.3	30.8	21.4	22.2 ^{bc}	10.0	27.3	17.6	18.3 ^a
6月21日	7.1	0.0	0.0	2.4 ^c	3.7	0.0	0.0	1.2 ^b
7月1日	0.0	6.7	0.0	2.2 ^c	0.0	4.5	0.0	1.5 ^b

注1) 7月30日調査。I, II, IIIは3反復した調査結果を示す。

注2) 表中の同一英小文字はTukeyの多重検定法(5%水準)により有意差が認められないことを示す。

%および49.9%, 発病主茎率はそれぞれ32.5%および34.3%と高い発病率が認められた。播種直後から6月11日まで被覆した区では発病がやや少なくなり, 発病株率は22.2%, 発病主茎率は18.3%であった。6月21日まで被覆した区および7月1日まで被覆した区では著しく発病が少なくなり, 発病株率はそれぞれ2.4%および2.2%, 発病主茎率はそれぞれ1.2%および1.5%と, 無被覆区と比較すると著しく低い発病率となった。

以上のように, 2003年では播種直後から6月10日までの被覆処理では発病は抑制されなかったが, 6月24日まで被覆すると発病が著しく減少した。2004年では播種直後から6月11日までの被覆では発病が多かったが, 6月21日まで被覆することにより発病が著しく減少した。これら2カ年の実験結果は, 播種直後から6月20日頃まで不織布を用いてエダマメの茎葉を被覆すると, アブラムシの飛来を防ぎ, わい化病の発生を大幅に減少させることができることを示している。

6. 不織布被覆処理が生育・収量に及ぼす影響

前記実験から, 不織布を用いてエダマメの茎葉全体を被覆することにより, わい化病の発生を抑制できることが明らかとなったが, 植物体の生育・収量への悪影響が懸念されたので, 2004年に学内試験圃場における小規模の調査を行い, 2006年に一般農家が販売用に栽培している圃場において, 生育・収量に及ぼす影響を調査した。

1) 学内圃場における調査

エダマメ品種は「富貴」を供試し, 収穫時期である8月2日に, 病徴観察から健全と思われた株を抜き取り, 主茎の長さ, 分枝数, 主茎の節数および総節数を調査した。また, 莢を登熟した子実数別に, 3粒莢と2粒莢, 1粒莢と種子が膨らんでいないものと分別して, それぞれの莢数と重量を調査した。この結果を第9表に示した。

無被覆区, 播種直後から6月1日まで不織布で被覆した区, 播種直後から6月11日まで被覆した区, 6月21日まで被覆した区および7月1日まで被覆した区のいずれも, 主茎の長さ, 分枝数, 主茎の節数および総節数において処理区間の差異は認められなかった。

収量についてみると, 子実が3粒入った莢と2粒莢

第9 エダマメの生育と収量に及ぼす不織布被覆処理の影響(2004年, 学内圃場)

除覆時期	主茎長 (cm)	主茎節数 (個)	分枝数 (本/株)	総節数 (個/株)	莢数(個/株)		莢重量(g/株)	
					3,2粒莢	総莢数	3,2粒莢	総莢重
無被覆	33.0	9.2	5.8	37.1	58.7	67.5	102 a	111 a
6月1日	30.9	9.1	5.8	33.8	62.6	69.5	112 a	121 a
6月11日	32.6	9.0	6.2	33.6	58.1	64.8	106 a	115 a
6月21日	30.9	9.7	7.0	41.4	57.1	65.6	123 ab	133 ab
7月1日	34.2	9.9	7.0	42.0	63.7	71.4	140 b	151 b
F検定	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*

注1) 外見健全株のみの調査結果。

注2) 5月6日播種, 8月2日収穫, 品種「富貴」

注3) 表中の同一英小文字はTukeyの多重検定法(5%水準)により有意差が認められないことを示す。

合計の莢数および総莢数に処理区間の差異は認められず, 莢重量では7月1日まで被覆した区でやや重い傾向が認められたが, その他の処理区間の差異は認められなかった。

なお, 6月21日は開花期の直前であり, 7月1日は開花終了期前後であった。被覆処理により開花期が早まる傾向が認められたが, 最大でも2, 3日の差であった。

このように, 播種直後から7月1日(開花終了期頃)までの不織布を用いた被覆では, 生育および収量を抑制するような影響は認められなかった。

2) 一般農家圃場における調査

2006年5月26日に苗(「富貴」)を移植し, 翌日から7月6日あるいは7月25日まで不織布で被覆した2区3反復を設定した。エダマメとしての収穫時期である8月8日に各区10株20本ずつを抜き取り, 主茎長を測定した。また, 莢を登熟した子実数別に分けて, それぞれの莢数と重量を調査した。これらの結果を第10表に示した。なお, わい化病の発生は圃場全体で2株のみであった。

7月25日(収穫14日前)に被覆を除去した区は, 7月6日(着莢期)に被覆を除去した区に比較して, 明らかに主茎長が長く, 長期被覆による茎葉の蔓化が認められた。無処理区を設置できなかったために精密な比較はできなかったが, 7月6日に除覆した区では, 草姿の観察によると蔓化は認められなかった。

収量についてみると, 7月25日に被覆を除去した区は, 7月6日被覆除去区に比較して, 子実の3粒入った莢と2粒莢の個数および重量ともに明瞭な低下が認められた。

したがって, 収穫期14日前まで不織布で被覆すると茎葉の蔓化を招き, 収量の減少につながる事が明らか

第10表 エダマメの生育と収量に及ぼす不織布被覆処理の影響(2006年, 一般農家圃場)

被覆期間	反復	主茎長 (cm)	莢 数(個/株)					莢重量(g/株)				
			3粒莢	2粒莢	1粒莢	不稔他	総莢数	3粒莢	2粒莢	1粒莢	不稔他	総莢重
5月27日～ 7月6日	I	50.9	22.9	42.5	25.6	10.0	101.0	67.0	88.0	33.5	6.5	195.0
	II	55.7	23.9	38.3	24.6	14.6	101.4	69.0	79.5	34.0	11.5	194.0
	III	53.7	24.0	42.5	25.0	10.8	102.3	74.5	91.5	35.0	5.0	206.0
	平均	53.4	23.6	41.1	25.1	11.8	101.6	70.2	86.3	34.2	7.7	198.3
5月27日～ 7月25日	I	67.4	14.9	31.1	19.5	16.0	81.5	43.5	65.5	29.0	10.0	148.0
	II	74.8	15.3	35.4	20.0	18.5	89.2	47.0	71.5	27.0	12.0	157.5
	III	70.9	14.2	36.2	24.5	12.2	87.1	40.0	72.5	32.0	7.0	151.5
	平均	71.0	14.8	34.2	21.3	15.6	85.9	43.5	69.8	29.3	9.7	152.3

注) 5月13日播種, 5月26日移植, 8月8日収穫, 品種「富貴」

かになった。

考 察

宮城県は全国有数のダイズ産地であり、各地の汎用化水田において大規模なダイズ栽培が実施されている。ダイズわい化病が各地に発生していることから、本病の病原ウイルスであるダイズわい化ウイルスが県内いたるところに分布していると推定される。本病に罹った株は、わい化や葉の縮み、軽い黄化症状を生じるとともに莢数や莢重が著しく減少するが、株全体の枯死や激しい黄化、落葉等がないため、圃場の外からでは発病が見えにくく、被害が見逃されていることが多い。子実生食用のエダマメ栽培では発病の甚大な圃場がしばしば認められる一方、ダイズ畑での本病の発生は一般に少なく、圃場の周囲に散発的な発生が見られることが多い。

同じダイズではあっても、エダマメ用品種とダイズ用品種で播種時期が異なることが発病量の差の大きな原因となっていると思われる。本研究でも確認されたように、宮城県中部に分布しているダイズわい化ウイルスの系統は、ツメクサベニマルアブラムシによって伝搬されるYP系統であり、わい化ウイルスの伝搬盛期は6月上旬から中旬と比較的短期間であった。したがって、エダマメに本病の被害が多く、一般ダイズに被害が少ない理由として、5月上旬前後に播種されるエダマメは、6月上旬から中旬には葉の展開が進んでいるためにアブラムシの飛来によるわい化ウイルスの感染を受けやすいが、6月上旬から中旬に播種される一般のダイズは播種時期の遅れからウイルス感染を回避していると考えられる。

ダイズわい化病が全国で初めて発生したころは、特

定の品種に発生する生理病と思われていたように（木幡, 1968）、品種によってあるいは感染時期によって症状や発病量の差異が大きいことも、宮城県におけるエダマメとダイズの発病の違いの原因となっている可能性も考えられる。

なお、調査規模が小さいために本研究結果からは除外したが、2004年に試験圃場の端の番外区で、同一日に播種して栽培した結果では、エダマメ品種の「富貴」の発病主茎率68.2%に対して、宮城県の主要ダイズ品種の「ミヤギシロメ」、「タンレイ」、「あやこがね」の発病率は15～23%と、エダマメ品種の「富貴」の方が明らかに発病が多く、また「富貴」は生育初期から著しいわい化症状を示すものがあったが、ダイズ3品種はともにわい化症状は目立たず、発病率と症状においてエダマメとダイズ品種間で顕著な差異が認められている。このような品種間の被害の差異について、感染時期を含めた検討が望まれる。

ウイルス感染時期の調査結果から、6月上旬～中旬の比較的短期間に感染するものが多いと推定されたことから、ウイルス伝搬時期のアブラムシ飛来を防ぐことにより、本病の防除が可能になると考え、冬季の防風と保温用に利用されている不織布を使用して、ダイズ茎葉を一定期間覆う防除法を検討したところ、播種直後から6月下旬までの被覆処理で実用的に十分な防除効果が得られた。農業用不織布の価格は、幅1.8m×長さ200mのもので8,000～9,000円程度と資材費がかさむが、2, 3シーズンの反復使用が可能であり、また他用途にも利用できることから、単位面積当たりの収益が高いエダマメ栽培では実用技術として導入が可能と考えられる。

茎葉を1ヶ月かそれ以上長い期間被覆することによ

るエダマメ生育や収量への悪影響が考えられたので、学内の小規模圃場と一般農家の圃場を使用して検討した。その結果、早生種「富貴」の開花初期前後の6月20日過ぎ、あるいは着莢期の7月上旬までの被覆では、収量の低下は認められなかったが、7月下旬までの被覆では、茎葉の蔓化と収量の低下が認められたことから、被覆を除去する時期に注意が必要である。

なお、鳩による食害防止対策として、使い古した幅40cm程度の不織布を播種直後から本葉展開初期まで、覆土の上から条状に掛けておくのが大変有効な方法であった。

ダイズわい化病の耕種的防除対策として、玉田(1975)が遅まきによって発病率が低下することを示している。また、移植時期の晩化による感染回避(本蔵ら, 1992)、晩播および銀色反射資材を用いたアブラムシの飛来防止による感染回避(石谷ら, 2002)、遅まき栽培による発病率低下栽培(渡辺ら, 2006)等が報告されている。本研究でも6月17日(2003年)以降に移植した区では、発病が著しく減少しており、宮城県内ではおよそ6月20日以前には、葉が展開したダイズやエダマメが圃場に存在しないような栽培体系を取ることが、本病に対する有効な防除対策になるであろう。

ただし、早生種のエダマメ品種では栽培時期の遅れは収量の減少が大きく、実用的な防除対策とは言えず、化学合成農薬を使わない防除法としては、不織布を用いた被覆処理が優れた防除法と思われる。

ダイズわい化病は盛岡市周辺以北の北日本で被害が著しいのに比較して、南東北では発生はするものの比較的被害が小さいことから、北海道や北東北ほどには注目されていない。これは、岩手県中部以北に分布するダイズわい化ウイルスの系統と、岩手県中部以南に分布する系統の違いによるものと思われる(兼松ら, 2003; 酒井ら, 2004)。盛岡市周辺以北に現在分布し、ジャガイモヒゲナガアブラムシによって伝搬されるウイルス系統の分布地が南下した場合には、ジャガイモヒゲナガアブラムシが葉の吸汁被害を生じるほど多発している宮城県では甚大な被害を招く恐れがある。本病が北海道から東北地方を南下してきたとき、どこでどのように病原ウイルスの系統が変化したのかは未だ不明であり、この解明が将来のウイルス系統の分布変動を知るうえで重要な課題であると思われる。

謝 辞

エダマメの生育・収量調査に協力頂いた仙台市太白区 大里重市氏および旧宮城県農業短期大学植物病理学研究室専攻学生に対して、深甚なる感謝の意を表す。

摘 要

北日本のダイズに広く発生し、宮城県内ではエダマメ品種に大きな被害を及ぼしているダイズわい化病について、仙台市域に分布する病原ウイルスの系統、ウイルス伝搬アブラムシの種類、発病の推移、発病株の減収量および防除法を検討した。2003年に仙台市太白区で採集した症状の異なる罹病エダマメ株4試料について、RT-PCR法により病原ウイルスの系統を調査したところ、すべての試料でダイズわい化ウイルスYP系統の感染が確認され、1試料からはDP系統の重複感染が確認された。2006年6月に同圃場で採集したアブラムシ有翅虫を用いて、健全ダイズ苗への吸汁試験を実施した結果、ツメクサベニマルアブラムシによるダイズの発病が確認できたが、ジャガイモヒゲナガアブラムシの吸汁では発病が認められなかった。わい化病の発生は6月中下旬に急増し、その後も徐々に発病が増加した。2003年および2004年の結果では、無処理区の発病株率がそれぞれ58.8%、45.8%であったが、不織布を用いて播種直後から6月20日過ぎまで被覆した処理区では、それぞれ9.0%、2.4%と、わい化病の発病率が著しく減少した。播種直後から6月下旬までの不織布による茎葉の被覆処理は、エダマメの生育や収量への悪影響は認められず、わい化病防除に有力な方法であった。

引用文献

- 本蔵良三・白子幸男・辻 英明・三浦喜夫・石垣政道 (1988). 宮城県におけるダイズわい化病の蔓延経過. 北日本病虫研報39:110-111.
- 本蔵良三・中村茂雄・宮田将秀 (1992). 宮城県中部地域においてダイズ移植時期がわい化病発生量に及ぼす影響. 北日本病虫研報43:61-62.
- 本蔵良三・酒井惇一 (2005). ダイズわい化病に対する不織布被覆処理の防除効果. 日植病報71:256 (講要).
- 本多健一郎・兼松誠司・御子柴義郎・宮井俊一 (1996). 異なるアブラムシで媒介される2系統のダイズわい化ウイルスの盛岡市のダイズ圃場における発生状況.

- 北日本病虫研報47:48-51.
- 本多健一郎・兼松誠司・御子柴義郎 (1999). ツメクサベニマルアブラムシとエンドウヒゲナガアブラムシによって媒介されるダイズわい化ウイルス (SbDV) のわい化系統. 日植病報65:387-388 (講要).
- 石谷正博・忠 英一・北野のぞみ・本多健一郎 (2002). 晩播栽培および銀色反射資材利用によるダイズわい化病発病軽減. 北日本病虫研報53:308 (講要).
- 兼松誠司・苫米地 慶・石黒 潔・榊原充隆 (2003). 2002年の北東北におけるダイズわい化ウイルスの系統別発生分布. 北日本病虫研報54:51-53.
- 菊地 修 (1993). 日本産 *Aphis* 属アブラムシ類主要種の有翅虫による検索表. 北日本病虫研報 44:161-163.
- 木幡寿夫 (1968). 大豆「白鶴の子」に見られる萎縮状生育異常障害について. 北農35(12):30-43.
- 御子柴義郎・藤澤一郎・藤田靖久・梶 和彦 (1990). 東北地方におけるダイズわい化病発生地域の拡大. 北日本病虫研報41:58-59.
- 御子柴義郎・本多健一郎・内藤繁男 (1992). ダイズわい化病罹病株から分離される SDV のエンドウヒゲナガアブラムシ伝搬系統. 北日本病虫研報43:203 (講要).
- 御子柴義郎・本多健一郎・兼松誠司・藤澤一郎 (1995). ダイズわい化ウイルスの各アブラムシ伝搬系統の発生分布. 日植病報61:276 (講要).
- 日本応用動物昆虫学会 (2006). 農林有害動物・昆虫名鑑. p387. 日本植物防疫協会, 東京.
- 酒井淳一・川上 巧・大藤泰雄・榊原充隆・石黒 潔 (2004). 岩手県北部におけるダイズわい化ウイルス系統の発生状況. 北日本病虫研報55:270 (講要).
- 玉田哲男・後藤忠則・千葉一美・諏訪隆之 (1969). ダイズ矮化病. 日植病報35:282-285.
- 玉田哲男 (1975). ダイズ矮化病に関する研究. 北海道立農試報告25:1-144.
- 田中 正 (1976). 野菜のアブラムシ. p220. 日本植物防疫協会, 東京.
- Taylor, L. R. ed. (1984). A Handbook for the Rapid Identification of the Alate Aphids of Great Britain and Europe. p171, Rothamsted Exp. Stat.
- 寺内英貴・山岸紀子・兼松誠司・本田健一郎・日高 操・石黒 潔 (2002). ダイズわい化ウイルス (SbDV) の系統識別. 日植病報 68:60-61 (講要).
- 渡辺治郎・木下泰生・本多健一郎・小西和彦・辻 博之 (2006). 北海道におけるダイズの遅まき栽培によるダイズわい化病の発病率低下 (栽培). 日作紀 75:136-140.

