

大豆わい化病の防除

誌名	実用化技術レポート
巻/号	4
掲載ページ	p. 1-26
発行年月	1974年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



N-50

N 10470

GR

4

大豆わい化病の防除

「大豆わい化病の防除」

正 誤 表

頁	行	誤	正
14	上から 16	25 mm	25 nm
"	" 23	性 質	性 質
"	下から 1	Sudterreanean	Subterreanean
20	下から 6	Bauender	Bavender
"	表IV-10	"	"
23	上から 7	25 mm	25 nm
26	下から 5	千葉和美	千葉一美

実用化技術レポート No. 4

大豆わい化病の防除

1974

農林水産技術会議事務局



図 版 説 明

- | | |
|-----------------------------|-----------------------|
| ① 大豆わい化病の発生状況
(品種:コガネシロ) | ④ わい化症状(品種:白鶴の子) |
| ② 黄化症状(品種:白鶴の子) | ⑤ ジャガイモヒゲナガアブラムシ(約8倍) |
| ③ 縮葉症状(品種:白鶴の子) | ⑥ ウィルス粒子(直径25nm) |

実用化技術レポートの発刊にあたって

最近における諸情勢の激しい変化に即応して日本農業が、そのおかれて
いる厳しい条件を克服し、近代化を推進して行くためには、革新的な農業
技術の開発が不可欠である。

これまで国及び都道府県の農業関係試験研究機関においては、このよう
な技術開発への要請に対処するため、総合的効率的な試験研究の推進に努
めてきた。しかしながら研究内容の高度化専門化に伴い、貴重な研究成果
である新しい技術を広範かつ迅速に伝達普及する必要が一層増大してきた。

この冊子は、こうした要請に対処するものとして、各試験研究機関にお
ける研究成果のうちから、当該地域はもちろん共通的な地域性を持つ他の
地域にも普及が見込まれる新しい技術を選び、その技術について普及行政
等の関係者の実践的な手引書となるよう平易にとりまとめたものである。
今後、この冊子が広く活用され新しい技術の迅速な普及定着に役立つと
ともに、農業の近代化を推進するための一助になることを期待する。

なお、この冊子は、当事務局が昭和47年度まで発刊してきた地域標準技
術体系にかえて発刊するものであり、今後、開発される新しい技術を適時
とりあげシリーズとして発刊して行く予定である。この冊子をより有効な
ものにして行くために内容、編集等についてのきたんのない御意見が寄せ
られることを期待するものである。

終わりにとりまとめにあたって御協力を賜わった関係者各位に対し深く
感謝の意を表する次第である。

昭和49年3月

農林水産技術会議事務局長

小山 義夫

は し が き

農業生産に関して一つの新しい技術を生み出すためには、多くの研究蓄積にもとづいて計画された試験研究が必要であり、そのためには多くの研究者により長年の努力が注がれるのが常であるが、ここに述べられている大豆わい化病については、関係研究者の協力による組織的な研究によつて比較的短期間にその成果をあげることができた例として高く評価されるものである。すなわち、大豆わい化病は最近までその原因が不明であったが、北海道立中央農業試験場を中心に、北海道農業試験場などの協力によって1968年には本病の原因がつきとめられ、また北海道立道南農業試験場においてその防除法の端緒が見出された。それらの知見にもとづいて1970年からは北海道立中央農業試験場において組織的に研究が進められ、1972年にはその生態が明らかにされて防除法も普及し得る技術として確立されるに至ったのである。

大豆が蛋白質資源として重要な作物であることが再認識され、その生産振興が期待されるようになった今日、大豆わい化病の防除についての研究成果が実用化技術レポートとして刊行されることはまことに時宜を得たものといえる。この知見がすでに本病の発生がみられている北海道、東北地方の一部のみならず、さらに発生のおそれのある地方においても、大豆の安定栽培のために活用され、わが国の大豆作振興の一助となることを願うものである。

この研究の推進をはかり、またこのレポートのとりまとめを担当された関係者各位の御努力に深い敬意を表する次第である。

1973年12月

北海道農業試験場長 久木田陸夫

目 次

実用化技術レポートの発刊にあたって

はしがき

I 技術開発の背景とねらい	3
II 技術の特徴とその効果	4
III 大豆わい化病の防除技術	5
1. 適用条件	5
2. 防除方法	5
3. 技術導入の効果	6
4. 普及指導上の留意事項	6
IV 試験研究結果の概要	7
1. 発生経過および分布	7
2. 病徴	9
3. 病原ウイルス	10
1) ウイルスの伝染方式	10
2) ウイルスの寄生範囲	12
3) ウイルスの系統	13
4) ウイルスの性質	14
5) 他のウイルス病との関係	14
4. 発病条件	15
1) 植物体内におけるウイルスの増進と移行	15
2) ほ場におけるアブラムシの発生消長	15
3) ジャガイモヒゲナガアブラムシのウイルス伝染力	15
4) 感染源	17
5. 防除技術	17
1) 浸透移行性殺虫剤の効果	17
2) 被害回避	19
6. 抵抗性品種	20
1) ほ場における品種の抵抗性	20
2) 接種に対する品種の反応	21
3) 感染時期と被害	22
7. 防除効果	22

8. 摘 要.....	23
9. 残された問題点.....	23
V 参 考 文 献.....	25
とりまとめ担当者.....	26

I 技術開発の背景とねらい

農作物の生産性を高め、安定させるためには多くの生産技術が総合される必要があるが、一般に生産性を高め、品質を向上させようとするとき、それに伴って病害虫の被害が増大し、その防除技術が重要となってくることが多い。

大豆の生産に大きな影響を与える病害虫は地域によって異なり、西南暖地では各種の害虫の被害が大きく、この防除なしに大豆栽培は不可能といわれているが、現在の北海道では、大豆わい化病が全道に分布しており、この防除をしないで栽培することは極めて困難な状況になってきている。すなわち、本病の発生は条件によって左右されるがその被害は収量が減少するばかりでなく、粒形が小形となるなど、品質に及ぼす影響も極めて大きいことが判明し、多発生の場合には収穫皆無に近い減収となり、致命的打撃をうけるもので、その対策が強く望まれている。

本病は1951年頃北海道の渡島、檜山地方で発見され、高級良質大豆「白鶴の子」に壊滅的被害を与えたが、近年に至るまで、病原が不明であった。その後1966年頃から北海道立中央農業試験場を中心として北海道農業試験場などの協力によって研究が進められ、1968年には本現象はウイルスによる病害であることが解明された。この解明が契機となってより強力な協同研究が関係機関の間で展開され、詳細な発生生態が解明されるとともに、これをもとにした防除技術の確立がはかられたものである。

II 技術の特徴とその効果

本病の病徴は発芽後間もなく、頂葉が退緑黄化し、葉は小型となり、葉柄や節間が短くなり、株全体が萎縮する。また、生育後期には葉柄がやや伸長し、葉がちりめん状になるものもある。罹病株は分枝せず、着花数も少なくなるため、減収するが、生育初期に感染した場合の被害はいちじるしく、収穫皆無となるが、通常の発病でも30～50%の減収となる。

本病の防除法としては、浸透性殺虫剤を大豆の播種前に播溝に施用する方法がある。この方法は飛来した有翅型アブラムシを死滅させ、感染を最少限に抑えようとするものである。

したがって、保毒アブラムシの発生量が多い場合には第一次感染によって発病が数パーセントに達することもあるが、二次感染は防止できるので、被害を軽微にとどめ減収を防ぐことができる。

Ⅲ 大豆わい化病の防除技術

1. 適用条件

大豆わい化病の発生地域は、現在のところ北海道全域と青森県下北半島部に限られているが、次第に広がる傾向にある。とくに、本病がジャガイモヒゲナガアブラムシによって媒介されることや、越冬源がクローバ類であることから推定して、急速に東北地方に拡大して行く可能性を持っている。したがって、本防除技術は現在の発生地域には当然適用できるとともに、隣接未発生地においても本病に対する認識を深めるために充分利用できると考えられる。

2. 防除方法

大豆わい化病はジャガイモヒゲナガアブラムシによってのみ媒介されるもので、その防除は、現在のところ浸透性殺虫剤施用による大豆発芽初期の有翅型アブラムシ防除が極めて有効であり、それ以外には効果的な方法がないのが実状である。

○ 薬剤の種類

エチルチオメトン粒剤（5%）あるいはIPSP粒剤（5%）の浸透性殺虫剤が有効である。

○ 薬剤の量

薬剤の使用量は多いほど効果が高いが、4～8kg/10aの範囲内で地域の発生状況に応じて加減する。

○ 施用方法

上記粒剤を播種前の播溝に施肥したのち播くが、肥料と混合し、手播き、あるいは施肥播種機を利用するなどの方法も用いられる。

○ 防除機作

土壤中に施用することによって薬剤成分が土壤水分中に溶け出し、また、ガス化して土壤粒子に吸着され、大豆の根から吸収されて植物体内に移行する。一方、飛来した有翅型アブラムシは大豆を吸汁し、薬剤成分を摂取して数時間後に死亡する。

この方法では、保毒虫が飛来して吸汁した場合、第一次感染は防止できず、保毒アブラムシが多い場合には吸汁によって発病が数パーセントに達することもある。しかし、罹病株からの第二次感染が起らないので被害が軽微にとどまるものである。すなわち、保毒のクローバ類でウイルスを獲得した保毒アブラムシが飛来して大豆

を吸汁した場合は数時間後に死滅させ、感染を吸汁個体のみにとどめ、その後の伝播を断ち切ること、および、無保毒アブラムシが罹病大豆を吸汁・保毒した場合でもその場で死滅させてその後の伝播を断ち切ることによって被害の拡大を防止しようとするものである。

したがって、生育が進んでからの薬剤散布によるアブラムシ防除では十分な効果を期待しえない。

3. 技術導入の効果

浸透性殺虫剤の土壤施用の効果は、アブラムシの発生状況や天候・品種によって変動するが、多発年の1971年には、「白鶴の子」の場合無防除では10 a当り42 kgに対し、防除区では185 kgで4.4倍となり、また少発生の1972年でも無防除では121 kgに対し、防除区では249 kgで2.3倍となった。このように大豆の生産安定のためには本病の防除が不可欠であり、その効果は顕著である。(表Ⅳ-13 参照)

4. 普及指導上の留意事項

この防除法は、浸透性殺虫剤を播種時に施用することによって萌芽時のアブラムシを防除し、伝播を防止することがポイントであり、大豆の生育が進んでからの茎葉へのアブラムシ防除剤の散布では、ほとんど防除効果がない。

また、本防除法は、保毒虫による第二次伝播は少なくできるが、飛来保毒虫による第一次伝染を完全に防止することはできない。今後、ジャガイモヒゲナガアブラムシの発生生態をより一層明らかにして、その発生を予察し、より適正な薬剤施用技術に資するとともに、大豆の抵抗性遺伝子の利用、天敵など生物的制御による被害の軽減方法などの研究が必要であり、これらを統合した総合防除技術を確立することが今後の課題である。

IV 試験研究結果の概要

大豆わい化病に関する本格的な試験研究は、1966年頃から北海道立中央農業試験場を中心に、北海道農業試験場、北海道立道南試験場などの協力により開始され、現在に至っている。

現在までに得られた試験研究結果の概要をまとめると次のとおりである。

1. 発生経過および分布

大豆わい化病が何時ごろから発生したかについては明らかでないが、道南地方では1951年ごろに認められている。その後10数年の間、道南地方以外の所では発生せず、原因究明に当たった研究者は「鶴の子」系品種に限り発生する特有の生育障害が風土病であろうと推定したほどであった。

一方、1966年空知管内長沼町の北海道立中央農業試験場に大豆の大粒品種育成指定試験が設置され、多くの品種を栽培したところ、道南地方にのみ発生すると考えられた本病が発生し、しかも「鶴の子」系品種はもとよりさらに多くの品種に発生することが認められた。

さらにその頃から道東地方にも発生が確認され、本病が全道的に分布していることが判明した。

その後、1968年から1972年にわたり北海道各地のほ場を調査したところ、次に示すように、かなり広い地域で発生が認められ、発病株率の高いほ場もかなり認められ、被害の大きいことが知られた。その発生は年とともに次第に多くなっており、とくに1971年には道東地方での多発

表IV-1 北海道における大豆わい化病の発病状況
(道立中央農試)

地 域	1970年		1971年		1972年	
	調査地点	発病株率	調査地点	発病株率	調査地点	発病株率
渡 島	ヶ所 ...	% ...	ヶ所 ...	% ...	ヶ所 9	% 75.6
胆 振	10	41.4	4	27.5	3	46.7
後 志	29	32.8	21	55.2	25	40.9
石 狩	5	52.0	1	30.0	5	54.0
空 知	11	25.1	9	38.7	14	44.5
上 川	12	35.1	10	39.9	16	43.4
十 勝	30	37.7	33	63.1	42	39.6
網 走	17	27.4	13	46.7	12	49.8

注) 1ヶ所当り100株を調査

が目立った。

1971年には青森県でも発生が認められ、下北半島全域に発生することが、東北農業試験場および青森県農業試験場の調査によって明らかになった。

1972年の調査では、その分布はさらに南下し、下北半島のつげ根にある八戸市、十和田市などにも発生することが認められた。

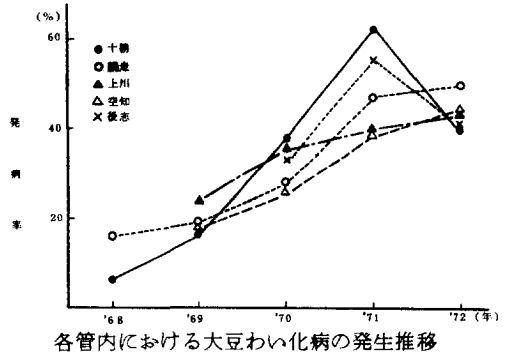


図 IV - 1

(道立中央農試)

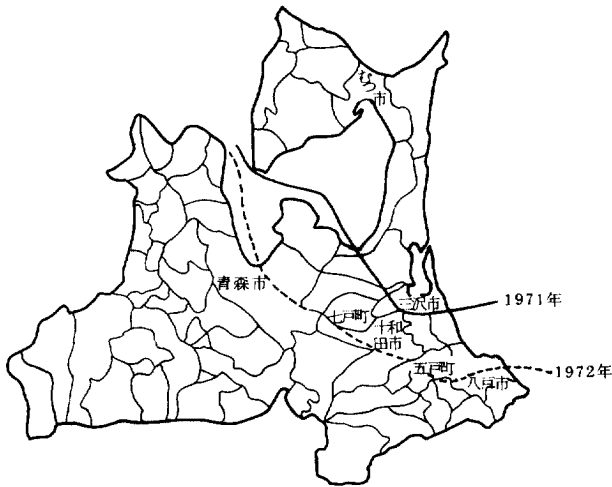


図 IV - 2

青森県における大豆わい化病の発生分布

(青森県農試)

このように道南地方の風土病として特定品種に限られていた本病が、急速に分布を拡大した原因についてはいくつかの要因が考えられるが、後述するようにクローバ類、とくにシロクローバの保毒率が高まり、これがジャガイモヒゲナガアブラムシの発生と関連し、急増したものと考えられる。

なお、ほ場における発病株の分布は感染源の密度、品種、殺虫剤の施用の有無など

によって変化することが知られた。

その分布型は大きく6つの型に分けられる。

A：多発生ほ場、罹病性品種が無防除で栽培され、保毒アブラムシの飛来、増殖が充分行なわれた場合。

B：多発生ほ場、Aよりも発病条件が悪く発病株が少ない場合。

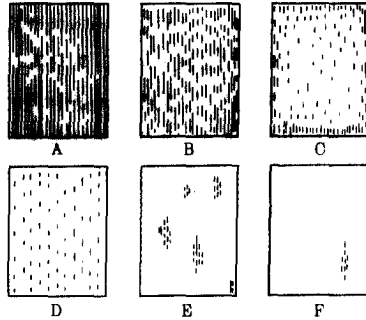
C：周辺多発生ほ場、感染源

がほ場の周辺にあり、保毒虫の侵入による第一次感染がほ場の周縁におこっている場合。

D：少発生ほ場、殺虫剤が施用されたほ場で、感染源がやや遠隔の所にあり、保毒虫がほ場全面に均一に侵入し、第一次感染はあるが、その後の感染が全くない場合。

E：少発生ほ場、無防除で栽培された場合で、保毒虫の侵入が僅少であるが、第一次感染株を中心に、第二次感染も隣接株におきている場合。

F：少発生ほ場、前者の場合と同様であるが、保毒虫の侵入がほ場の一部分におきている場合。



図Ⅳ-3 大豆わい化病株の分布 (模式図)

2. 病 徴

大豆わい化病の病徴は品種や感染した時期さらに環境条件、とくに気温によって異なるが、大きく分けると、わい化型と縮葉型になる。わい化型はとくに「鶴の子」系品種に顕著で、6月下旬から7月上旬、本葉2～3葉期ごろから認められる。最初頂葉がわずかに退緑・黄化し、葉は小型となり裏面に向かって巻き込む。葉柄や節間が短くなり、株全体はいちじるしいわい化(萎縮)症状を示す。葉は次第に濃緑となり、かたくごわごわした感じになる。大豆の品種やウイルスの系統によってわい化の程度が変わる。縮葉型は一般にわい化型よりおそく現われる傾向がある。新しい葉がやや退緑する点はわい化型と同様であるが、その後葉はちりめん状となり、縮葉症状を呈する。このような株の葉柄や節間はわい化型に比べてむしろ伸長する傾向がある。この型は多くの品種に認められるが、とくに「コガネジロ」や「鶴の子」系品種がいちじるしく、古い葉に汚点のようなえそを生じる場合もある。わい化型と縮葉型は厳密に

は区別しにくく、実際現場では両型の混合症状を示す株が多くみられる。症状の程度も品種によって異なり、比較的抵抗性があると考えられる「極早生千鳥」や「元宝金」「黄宝珠」などでははっきりしたわい化や縮葉症状はみられず、株全体が黄化することもある。罹病株では分枝をせず、着花数も少ない。とくに縮葉症状を示す株ではわい化症状を示す株に比べて減収する割合が大きい。また、感染時期が早ければ全く子実を生じないこともあり、その被害は非常に大きい。

なお、本病ではダイズモザイク病や萎縮病にみられるようなモザイク症状は示さず、子実にも褐斑粒を生じない。

3. 病原ウイルス

1) ウイルスの伝染方式

かなり長い間本病がウイルス病であることは明らかでなかったが、伝染方法に関する試験によってその性質が明らかとなった。すなわち、本病は汁液感染も種子伝染も認められないが、接木によって伝染が認められた。さらに殺虫剤の施用によって発病が減少することから昆虫による媒介が考

表Ⅳ-2 ウイルスの伝染方法

(道立中央農試 1969～'70)

種 類	病原ウイルスの系統	
	わい化系	黄化系
接木伝染	+	+
汁液伝染	-	-
種子伝染	-	-
アブラムシ伝染		
ジャガイモヒゲナガアブラムシ	+	+
モモアカアブラムシ	-	-
ダイズアブラムシ	-	-
マメアブラムシ	-	-
エンドウヒゲナガアブラムシ	-	-
コンドウアミナシヒゲナガアブラムシ	-	-

えられたが、現在までのところ、ジャガイモヒゲナガアブラムシのみが本ウイルスを媒介することが知られ、他のモモアカアブラムシ、マメアブラムシ、ダイズアブラムシ、エンドウヒゲナガアブラムシおよびコンドウアミナシヒゲナガアブラムシでは媒介されない。

ジャガイモヒゲナガアブラムシによるウイルスの伝染様式を調査した結果、健全虫が罹病植物を吸汁してウイルスを獲得するには最低 30 分以上を要し、さらにウイルスを吸汁したアブラムシが伝染力を発揮するまでには 15～27 時間の潜伏期間を必要とすることから、その伝染様式は永続型^{*}に属することが明らかになった。このようにして本ウイルスを保毒したアブラムシは、健全植物を 10～30 分加害するだけでウイルスを伝染(接種)できる。その伝染率は獲得吸汁時間や接種吸汁

表IV-3

ジャガイモヒゲナガアブラムシによる伝染時間
(国立中央農試1968-69)

ウイルスス	獲得吸汁時間	30分—1時間
ウイルスス	経嚙吸汁時間	10分—30分
虫体内潜伏期間	潜伏期間	15—27時間
虫体内保有期間	最長保有期間	最長40日間

時間が長いほど増大する。さらに一度保毒した虫は脱皮後も伝染力を有しており、最長40日間ウイルスを保持していた虫もあつたが多くの日時の経過とともに伝染力を失う傾向にあつた。

* 永続型伝搬とは、媒介昆虫が病植物を吸汁してウイルスを獲得してもすぐ伝染力を生じないで、ある期間経過した後にウイルスをうつし、いったん潜伏期間を経過すると媒介昆虫は長期間、時に一生伝染力を有する。

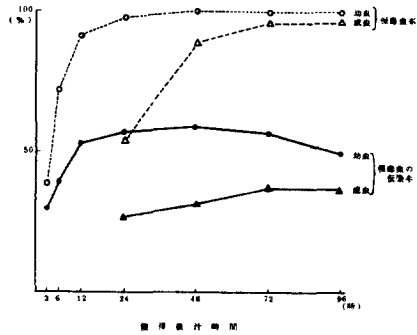
表IV-4 ウィルス保有期間 (国立中央農試1968)

アブラムシ番号	獲得吸汁後の日数									
	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45
1	+++	++	+	+	+	+	+	+	+	d
2	+++	+	*	+	+	+	+	+	+	d
3	+++	++	+	+	+	+	+	+	+	d
4	+++	++	+	+	+	+	+	+	+	d
5	+++	++	+	+	+	+	+	+	+	d
6	+++	++	+	+	+	+	+	+	+	d
7	+++	++	+	+	+	+	+	+	+	d
8	+++	++	+	+	+	+	+	+	+	d
9	+++	++	+	+	+	+	+	+	+	d
10	+++	++	+	+	+	+	+	+	+	d

注) +は感染株、-は感染しなかつた株を示す。*は成虫になつたこと、dは死亡したことを示す。

2) ウイルスの寄生範囲

本ウイルスの寄生範囲はマメ科に限られ、ナンキンマメ、レンゲ、ダイズ、ツルマメ、ルーピン、インゲン、エンドウ、バーシムクローバ、サックリングクローバ、アルサイククローバ、クリムソンクローバ、アカクローバ、シロクローバ、ラジノクローバ、サブタレ



獲得吸汁時間と保毒虫率および伝染率 (道立中央農試 1968) 図 IV-4

ニアクローバ、ソラマメおよびコモンベッチが感染すると認められた。このうち、アカクローバ、シロクローバ、ラジノクローバなどは病徴を示さないが、アブラムシによる回収によって保毒していることが知られた。

表 IV-5 大豆わい化病ウイルス系統の寄主範囲 (道立中央農試 1968~69)

種 物 名	わい化系統	黄化系統	種 物 名	わい化系統	黄化系統
ナンキンマメ	-(-)	±(+)	エンドウ	-(+)	±(+)
レンゲ	±(+)	卅	バーシムクローバ	+(+)	卅(+)
ナタマメ	-(-)	-(-)	サックリングクローバ	+(+)	卅(-)
フジマメ	-(-)	-(-)	アルサイククローバ	-(+)	+(+)
ダイズ	+~卅(+)	+~卅(+)	クリムソンクローバ	+(+)	卅(+)
ツルマメ	+	+	アカクローバ	-(+)	-(-)
スイートピー	-	-	シロクローバ	-(-)	-(+)
バズフットトレフォイル	-(-)	-(-)	ラジノクローバ	-(+)	-(+)
ルーピン	-(-)	-(+)	サブタレニアクローバ	+(+)	卅(+)
アルファルファ	-(-)	-(-)	ソラマメ	+	卅
スイートクローバ	-(-)	-(-)	コモンベッチ	-(+)	卅(+)
アズキ	-(-)	-(-)	ヘアリーベッチ	-(-)	-(-)
リョクトウ	-(-)	-(-)	ジュウロクササゲ	-(-)	-(-)
インゲン	-(-)	±~卅(+)	ハタササゲ	-(-)	-(-)

注) + : 病徴の程度 () : 回収接種した大豆の病徴系統については次項参照

3) ウイルスの系統

病徴は前項で述べたように大別して2つの型があるが、この差が病原ウイルスの系統の違いによると考えられた。そこでそれぞれの病徴を示す株からアブラムシによって病原ウイルスをとり出し、大豆に接種を数回くり返して、病徴の安定したわい化強系統、わい化弱系統および黄化系統を得た。これらを用いて、各種マメ科植物に対する病原性、両ウイルス系統間の干渉作用を調査した。

その結果、ウイルスの系統によって若干寄主範囲が異なり、アカクローバはわい化系統のみ、ナンキンマメ、インゲン、シロクローバは黄化系のみに感染することが知られた。また、自然条件下で感染している植物から分離されるウイルスの系統の違いについても同様の結果を得た。

なお、わい化系統は感受性の大豆品種を除き他の植物には無病徴か軽微な病徴を示すのみであるが、黄化系統は多くの感染植物に萎縮、黄化、赤化などの症状を示す。そして自然ほ場の大豆ではわい化型はわい化系統、縮葉型は黄化系統あるいは両系統の混合感染によっておこることが知られた。

表IV-6
ほ場のマメ科植物からのウイルスの分離
(道立中央農試 1969~70)

植 物	わい化系統	黄化系統
ダイズ	+	+
エンドウ	+	+
インゲン	-	+
アカクローバ	+	-
シロクローバ	+	+
アズキ	-	-

+ : 感染 - 感染できず

表IV-7 植物体内におけるウイルス系統間の干渉作用 (道立中央農試 1969~70)

1次ウイルス	2次ウイルス	接種数	(病徴)	ウイルス回収結果(株数)				
				DM	DS	Y	DM+Y	DS+Y
DM	DS	25	25. (DM→)	25				
DS	DM	15	15. (DS→)		15			
Y	DS	30	24. (Y→DS)			12		16
Y	DM	10	8. (Y→DM)				10	
DS	Y	20	19. (DS→Y)		1	1		8
DM	Y	15	15. (DM→Y)				7	

注) DM: わい化弱系統 DS: わい化強系統 Y: 黄化系統

また、ウイルス系統間の干渉については、植物上でははっきりした干渉効果が認められなかったが、わい化系統の弱系統と強系統では先に接種された系統の病徴が保持され、2次ウイルス系統の病徴が得られないことから干渉効果が認められた。虫体内では系統間の干渉が認められ、どちらか一方のウイルスを保有した虫は別のウイルスを媒介する能力が低くなった。

4) ウイルスの性質

ウイルスの性質を調べるため、罹病大豆の茎葉から有機溶媒処理（クロロホルム・n-ブタノール又はダイフロンS-3）ポリエチレングリコールによる沈澱・分画遠心法、しょ糖密度勾配遠心法によってウイルス粒子を純化精製した。このようにして得られたウイルス粒子の活性については虫体注射法と膜吸汁法によって検討した。（前者は単離したウイルス粒子をガラス細管を用いてアブラムシの腹腔に注射し、後者では薄膜の間にウイルスを含む液を入れ、この膜を通してアブラムシを吸汁させてウイルスを吸わせ、ともに所定時間健全大豆に放飼して罹病の有無を調べ、ウイルス活性を調査する。）その結果、純化したウイルスの耐熱性は45～50℃であったが、耐保有性はかなり高く、15℃では20日間、4℃では4ヶ月も活性を保っていた。この粒子は電子顕微鏡による観察で直径約25nmの球形（口絵参照）で外膜を持たず、表面にサブユニット構造が認められた。この純化ウイルスを用い家兎にアジュバント法と静脈注射法を併用して注射し、抗血清を作成したところ、ring testで2048～4096倍の力価の抗血清が得られ、寒天ゲル法によっても明瞭な沈降帯を生じた。罹病植物の組織を電子顕微鏡により観察した結果、罹病植物では篩管組織に壊死がみられウイルス粒子が篩部組織の篩管、伴細胞、柔細胞に局在していることが認められた。

これらのウイルス粒子の性質はわい化、黄化両系統とも共通で、血清学的にも差異は認められなかった。

5) 他のウイルス病との関係

本ウイルスは伝染方法、病徴アブラムシによる伝染様式、粒子の形態などからジャガイモ葉巻病ウイルス、beet western yellows virus, barley yellow dwarf virusと類似した点が多く、同じグループのウイルスとみなすことができる。

しかし、本病は今まで、国内はもとより諸外国でも全く報告されていない新しい病気である。マメ科植物に寄生性を持ち、アブラムシによって永続型伝染するウイルスとしてはわが国では本州でレンゲ、エンドウ、ソラマメに発生するレンゲ萎縮病ウイルス、外国ではヨーロッパに発生するBean leaf roll virus (Pea leaf roll virus)とオーストラリアに発生するSudterranean clover stunt virusが報

告されているが、本ウイルスとは媒介昆虫の種類や寄主範囲などがかなり違っている。

4. 発病条件

1) 植物体内におけるウイルスの増殖と移行

植物の葉令による感受性の差や、感染した植物中でのウイルスの増殖、移行などについてアブラムシによる接種と回収試験を行なった。温度条件は陽光定温器で20℃とした。

その結果、一般に若い植物ほどウイルスに対する感受性が高い傾向にあったが、その差は顕著ではなかった。また、発病した株からのウイルスの回収は若い植物ほど高率で、古くなるにつれて低率となった。このことは感染初期の若い植物ほど伝染源となり易いことを示す。接種葉では接種後まだ病徴が現れない2～3日でウイルスが増殖し、3～4日後には頂葉にまで移行し、全身的な感染をおこすことが知られた。また接種されたウイルスは接種後24～48時間で茎にまで移行しており、その後、頂葉に近い若い葉に移行するようである。なお、ウイルスを接種する時にすでに成熟していた葉からウイルスは回収されず、老化葉へのウイルスの移動は困難と考えられる。

2) ほ場におけるアブラムシの発生消長

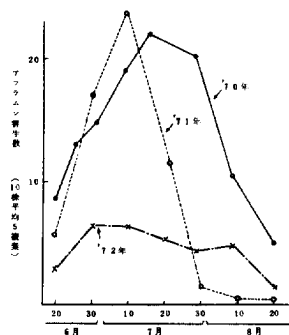
ほ場におけるアブラムシの発生消長について1970～72年の3ヶ年、長沼町の大豆10株各5複葉に寄生するアブラムシ数を10日ごとに調査した。

アブラムシは一般に6月中旬、大豆の発芽後間もなく寄生を始め、7月中旬まで急増するが、その後減少しながら8月末まで認められる。寄生数は年により変動した。

このアブラムシは大豆のほか、馬鈴薯などに寄生するが、冬期間はクロバ類の根際に卵態で越冬し、春ふ化後、有翅虫が発生し夏寄主へ移動することが知られている。

3) ジャガイモヒケナガアブラムシのウイルス伝染力

アブラムシのAgeや吸汁時間によってウイルス伝染力がどのように異なるかについては20℃の恒温器を用い、大豆「白鶴の子」に、各種の条件においたアブラムシ

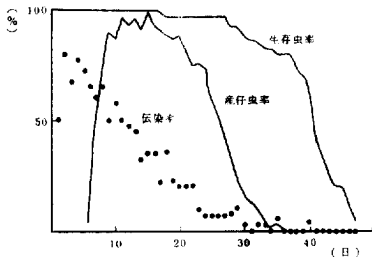


アブラムシの年次別発生消長
図 IV - 5 (道立中央農試)

シを1株に1頭ずつ放飼して発病の有無を調査した。

その結果、アブラムシのAgeが進むにつれ若干接種力が低下する傾向が認められた。一方、アブラムシの保毒虫率は獲得吸汁時間が長くなる程、(すなわち、病植物を吸汁する時間が長いほど)増加し、幼虫では24時間、成虫では48～72時間で最高となった。一旦保毒したアブラムシのウイルス伝染率も獲得吸汁時間が長くなる程、すなわち、病原を長期間吸汁するほど高率となった。

また、ウイルスを保毒したアブラムシを1日ごと健全株に移しかえて伝染力(病原ウイルスをうつす能力)を調査したところ、発病株率は2日後急激に増加したのち、漸減したが、かなり長期間ウイルスを保持することが明らかとなった。



アブラムシのウイルス伝染力保有
図IV-6 (24時間獲得吸汁)(道立中央農試1969～70)

表IV-8 各地のクロウバ類のウイルス保毒状況 (道立中央農試1972)

場 所	種 類	供 試 株 数	ウイ ルス 回 収 株 数	%	ウイ ルス 系 統 (数)			わい化病 発 生 量
					わい化	黄 化	混 合	
渡島大野町 (道南農試)	R・C	10	9	90	9	—	—	多
"	W・C	10	10	100	—	8	2	
胆振 虻 田 町	R・C	8	6	75	6	—	—	多
"	W・C	10	8	80	—	8	—	
社 警 町	R・C	6	6	100	6	—	—	多
"	W・C	6	4	67	—	4	—	
後志 留 寿 都 村	R・C	10	8	80	8	—	—	中—多
"	W・C	10	5	50	—	5	—	
空知長沼町 (中央農試)	R・C	12	4	33	4	—	—	中
"	W・C	12	9	75	3	4	2	
十勝芽室町 (十勝農試)	R・C	20	9	45	9	—	—	少
"	W・C	5	0	0	—	—	—	
芽室町昭栄	R・C	20	1	5	1	—	—	少—中
"	W・C	19	4	21	—	4	—	
網走訓子府町 (北見農試)	R・C	10	6	60	6	—	—	多
"	W・C	10	10	100	—	10	—	
青森県 む つ 市	R・C	2	0	0	—	—	—	中
"	W・C	8	1	13	—	1	—	
六ヶ所村	W・C	10	3	30	—	3	—	中—多
青 森 市	R・C	8	0	0	—	—	—	無
"	W・C	12	0	0	—	—	—	
三戸町 (中川)	W・C	18	0	0	—	—	—	無

注) R・C:アカクロウバ, W・C:シロ(ラジノ)クロウバ

4) 感染源

本ウイルスは大豆では種子伝染せず、大豆畑の近傍にあるクローバ類がウイルスを保毒していることがわかった。これらは一般に病徴を示さないが、健全アブラムシを放飼吸汁させたのち、健全大豆に接種すると発病するので、保毒していることが判明する。この手法を用いて各地のクローバの保毒状況を調査した。

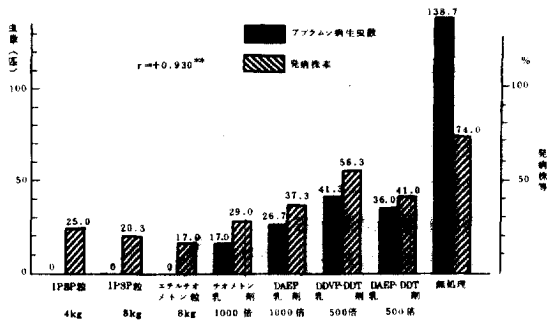
その結果、わい化病の発生の多い地域のクローバはかなり高率にウイルスを保毒しており、これに反し、クローバの保毒率の低い地方では発病が少なかった。なお、まだ発病をみていない青森市、三戸町ではクローバも汚染されていなかった。保毒ウイルスの系統はアカクローバはわい化系のみで感染し、シロ（ラジノ）クローバの多くは黄化系統に感染していたが、一部わい化系統又は両系統の混合感染もみられた。

5. 防除技術

今まで述べたように大豆わい化病はクローバ類が伝染源となり、この植物で越冬したジャガイモヒゲナガアブラムシがこれを吸汁して保毒虫となり、大豆の発芽後、大豆を加害することで、第一次感染を起こす上、この感染株を吸汁したアブラムシはさらに隣接株にウイルスを二次的に伝播することが知られた。アブラムシの発生時期、発生量は年により変動するため、わい化病の発生も大きく変動する。

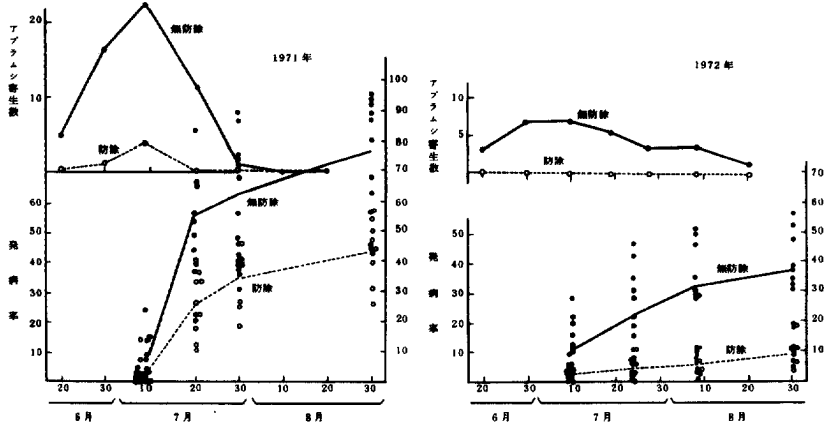
1) 浸透移行性殺虫剤の効果

本病の防除については、道立道南農業試験場で大豆を加害する害虫の省力防除法として取り上げた浸透移行性殺虫剤の土壌施用により本病の発生を軽減しうることが知られ、本病原の解明以前に防除技術が示唆されていた。



アブラムシ防除とわい化病との関係
図Ⅳ-7 (道立道南農試1967)

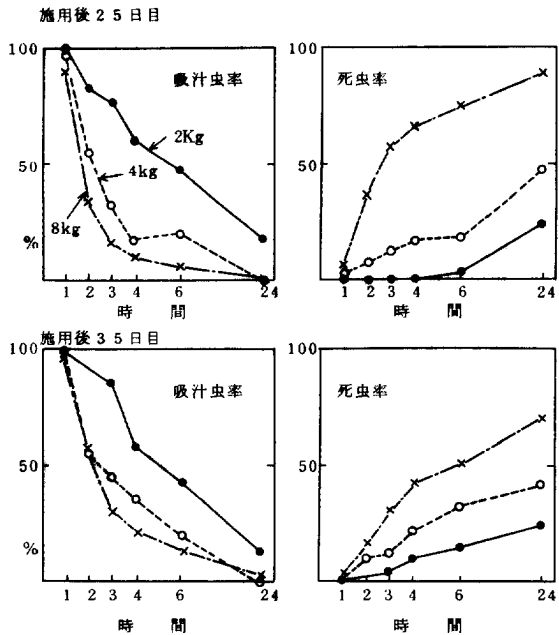
さらに多くの品種を用い、浸透移行性殺虫剤の効果について試験を行なった。その結果アブラムシの寄生数は最高密度の時期で無防除の1/4~1/5におさえ、1972年には全く寄生を認めない程の高い防除効果を示した。一方、わい化病の発生につ



図Ⅳ-8 浸透性殺虫剤の効果 (道立中央農試)

いては殺虫剤の施用区では $1/2 \sim 1/4$ に減少したが、防除効果は完全ではなかった。この病株の発生はとくに成育初期にみられ、生育中期以降の病株発生が少ないことから、浸透移行性殺虫剤は保毒虫飛来による第一次感染を完全に防止することができないため、わい化病発生防止効果が劣るものと考えられた。

この事実を解明するため、殺虫剤を施用した株から葉を切り取りシャーレに入れ、これにアブラムシを放飼し、経時的に吸汁虫数と死



殺虫剤を土壌施用した大豆からとった葉での吸汁虫率と死虫率 (道立中央農試1970)

亡虫数を調べた。

その結果、殺虫剤の効果は発芽始の施用後 25 日から 35 日までは認められたが、51 日目ではかなり低下した。

殺虫効果は殺虫剤の施用量を 2kg から 8kg まで増加するにつれ増加した。しかし、最も効果の高かった 10 a 当り 8kg 施用区の大豆の 25 日目で、アブラムシ接種後 2 時間以内ではかなりの虫が正常の吸汁を行っており、2～3 時間で死虫率が 50 % となったが、24 時間後でも 20 % 以上の虫が生存していた。この結果から殺虫剤を施用しても保毒虫が吸汁すれば充分ウイルスをうつすことができることが理解できる。

さらに殺虫剤を施用した大豆に保毒虫を 1 株 3 頭ずつ放飼し、テトロンゴースで接種葉を覆い、その後の発病を調査したところ、立毛中の場合でも施用量を増加すれば感染率は減少するが、完全に感染を防止することはできず、44 日以後では殺虫剤の効果は認められなかった。

表Ⅳ-9 浸透性殺虫剤施用株に対するウイルスの接種 (道立中央農試 1972)

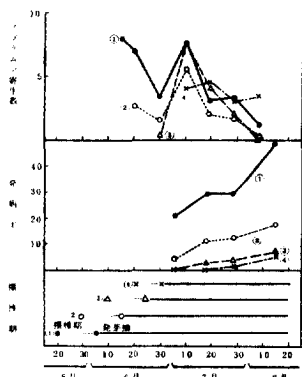
処 理	感染株数 / 接種株数 (%)		
	施用後 28 日目	同 44 日 目	同 52 日 目
無 処 理	25/32 (78.1)	18/20 (90.0)	15/20 (75.0)
2 kg / 10 a 処理	22/30 (73.3)	19/20 (95.0)	16/20 (80.0)
4 kg / 10 a 処理	17/30 (56.7)	18/20 (90.0)	15/20 (75.0)
8 kg / 10 a 処理	12/30 (40.0)	19/20 (95.0)	12/20 (60.0)

注) エテルチオメトン殺虫剤 大豆品種「白鶴の子」6月5日播種

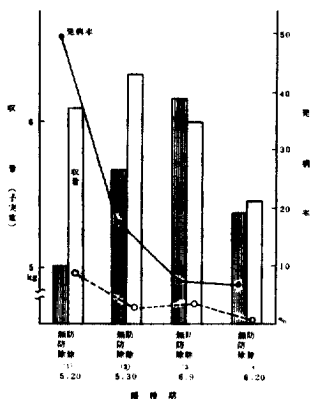
このように殺虫剤の施用が本病防除に有効であるが、より一層効果を高めるためには大面積での施用が望ましい。水田転作の場合はほ場周辺が畦で、クローバ類が生育している場合が多いので、殺虫剤の効果が劣ることが認められている。

2) 被 害 回 避

浸透移行性殺虫剤の効果を高めるため、播種期を変えた場合の発病程度を調査した結果は、わい化病の発生は早まきする程多く、6月10日以降に播種すると発病株率を 10 % 以下におさえることができた。一方、収量は播種期がおくれるほど減少する傾向にあったが、本試験の場合、6月10日播種では無防除でも発病株率が低く、収量も高い結果となった。いずれにしても、いざづらに播種を早くすることは被害を増大させるので好ましいことではない。



播種時期を異にした大豆の発病の違い
 図 IV - 10 (道立中央農試 1972)



播種時期を異にした大豆の発病率と収量
 図 IV - 11 (道立中央農試 1972)

表 IV - 10 主要栽培品種と耐病性の強いと思われる品種の発病株率 (道立中央農試)

6. 抵抗性品種

1) ほ場における

品種の抵抗性

わい化病に強い品種を選定するため、1102の品種や系統をほ場に栽培し、発病株率を調査し、それらの抵抗性差異を検討した。

その結果、3ヶ年にわたりほ場での発病率が10%以下のものが1102品種中43品種えられその中で、「Adams」, 「Bauender Special-4」, 「同-6」, 「同-7」, 「Domestic Subotica」, 「

Illinois NO, 2-D」, 「Medium Green」, 「黄宝珠」, 「PI90763」などがとくに発病率が低かった。しかし、現在の主要な栽培品種の中には発病率が低いものはなく全般的に非常に高かった。

	供試品種	1970年	1971年	1972年
主要栽培品種	白 鱒 の 子	34.8	71.4	65.8
	コ ウ ズ ル	40.0	46.6	52.8
	コ ガ ネ ジ ロ	25.5	64.0	64.1
	オ シ マ シ ロ メ	9.6	51.3	46.5
	北 見 白 元 宝 金	17.6	37.9	36.7
耐病性と思われる品種	Adams	0	0	2.5
	Bauender SP-4	2.6	2.6	2.4
	" -6	2.3	5.9	2.3
	" -7	0	0	5.3
	Domestic Subotica	2.4	0	2.2
	Illinois NO 2 - D	1.3	3.2	7.5
	Medium Green	6.8	2.6	6.7
	黄 宝 珠	0	9.4	10.0
PI 90763	0	0	5.4	

表Ⅳ - 11

接種による品種の抵抗性の差異

(道立中央農試 1971)

群	品 種	わい化系	黄化系	両系混合
1	白鶴の子, 鶴の子, 早生鶴の子, 甘露, 菊地1号	+++	++	++++
2	コガネジロ	++	+++	++++
3	オンマシロメ	++	++	+++
4	トヨスズ, 中生光黒, 農林2号, 農林4号, 十勝長葉, カリカチ	++	+	+++
5	北見白, キタムスメ, 坂本早生, 樺太1号, 小袖振, 極早生千島, 三春大豆, 元宝金 Merit	+	+	++
6	黄宝珠, Adams, Pe King	±	+	+

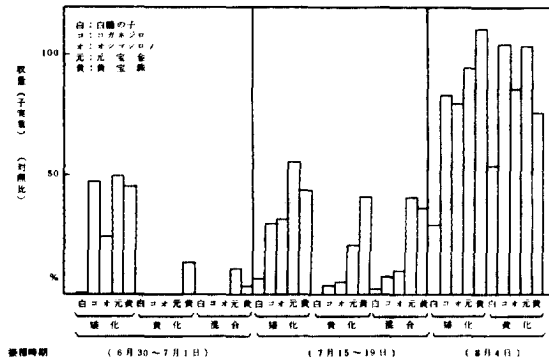
注) (+) 病徴の強さを示す。

2) 接種に対する品種の反応

わい化系および黄化系の両ウイルス系統を用い、単独又は混合して初生葉期の大豆品種に保毒虫を3〜4頭3日間以上吸汁させ、その後の病徴を調査した。

その結果、ウイルスに対する反応によって供試品種は6群に分けられた。そのうち、「白鶴の子」などはわい化系に、「コガネジロ」は黄化系に感受性で、ウイルス系統による品種間の反応程度が異なった。「オンマシロメ」、「トヨスズ」などは中程度、「北見白」などは軽度の発病で、「黄宝珠」、「Adams」などは最も軽い発病で強かった。いずれの品種もわい化、黄化両系統の混合感染によって単独感染よりは強い病徴を示した。

以上のように人工接種によっても品種間差が明らかになった。ほ場で発病率の低かった「Adams」、「黄宝珠」は接種でも軽い発病にとどまったが、免疫性ではなく、感染する機会が多ければ発病することが知られた。



図Ⅳ - 12 ウイルス系統、接種時期が品種の収量におよぼす影響 (道立中央農試 1971)

3) 感染時期と被害

隔離ほ場に栽培した品種を用い、接種時期と接種ウイルス系統を変えて接種を行ない、収量に及ぼす影響を調べた。

その結果、接種時期が早いほど被害は大きいと、とくに開花期以前の感染はいちじるしい減収となった。ウイルス系統についてはとくに黄化系又は混合接種による被害がいちじるしいことが知られた。品種的には「白鶴の子」の被害が大きく、「コガネシロ」、「オシマシロメ」がこれにつき、「元宝金」、「黄宝珠」は抵抗性であったが感染が早い場合にはかなりの減収となった。

7. 防除効果

浸透性殺虫剤の土壌施用により、ウイルス媒介アブラムシの密度が減少し、大豆の感染株率も少なくなるが、その収量に及ぼす効果を調査した。

その効果は年次、場所品種によって変化するが、1968年には長沼では13～16%の増収であったが、発病の多かった新冠、大野では50%以上の増収

となった。一方、1971年は発病が多く、被害が高かったため、品種によっては防除によって4倍以上の収量となったものもあった。

表Ⅳ-12 土壌施用剤の発病株率および子実収量への効果 (道立中央農試1968)

場 所	品 種	病 株 率 (%)		子 実 重 (当 り kg)		
		無防除	防 除	無防除	防 除	比
長 沼	白鶴の子	33.0	6.0	20.5	23.8	116
	トヨスズ	27.3	7.1	23.9	26.9	113
新 冠	白鶴の子	86.5	14.5	15.1	19.7	155
	トヨスズ	77.3	18.6	12.4	16.8	136
伊 達	白鶴の子	96.2	21.0	—	—	—
	トヨスズ	52.0	18.7	—	—	—
大 野	白鶴の子	77.4	5.1	16.6	25.6	154
	トヨスズ	13.8	2.8	18.6	29.9	156
八 雲	白鶴の子	25.9	15.4	—	—	—
	トヨスズ	32.8	8.5	—	—	—

注) 防除区はエテルチオメトン粒剤を10a当り6kg施用

表Ⅳ-13 子実重に対する防除の効果 (道立中央農試)

年 次	1971年			1972年			
	無防除	防 除	比	無防除	防 除	比	
品 種	kg	kg	%	kg	kg	%	
	白 鶴 の 子	4.2	18.5	440	17.1	26.5	155
	コ ウ ツ ル			24.0	35.1	146	
	コ ガ ネ シ ロ	5.4	20.6	382	14.1	30.1	213
	オ シ マ シ ロ メ	6.4	25.8	403	24.8	30.2	122
	ト ヨ ス ズ	5.6	14.5	259	17.6	31.3	178
	キ タ ム ス メ			18.6	31.9	172	
	北 見 白	9.7	29.7	306	21.6	35.7	165
	十 勝 長 葉	18.9	33.3	176			
	中 生 光 黒	16.2	26.7	165			
	Merit	6.0	19.9	332			
	元 宝 金	17.4	23.1	133	22.9	30.8	134
	黄 宝 珠	23.9	25.9	108	29.8	30.5	102

注) 子実重は当り..... 長沼町中央農試ほ場

8. 摘 要

- (1) 大豆わい化病は1951年ごろから道南地方の「白鶴の子」に認められていたが、1966年ころから道央、道東地方へと分布が拡がり、さらに1971年には東北の青森北部にも発生するにいたった。
- (2) 病徴はわい化型と縮葉型がある。
- (3) 本病ウイルスは種子や汁液接種では媒介されず、ジャガイモヒゲナガアブラムシによって永続的に伝搬される直径25mmの球形ウイルスである。その寄主はマメ科植物に限られる。
- (4) 本病の越冬伝染源はアカクロバ、シロ（ラジノ）クロバで、こゝで越冬したジャガイモヒゲナガアブラムシが保毒虫となって、大豆へ媒介する。
- (5) ジャガイモヒゲナガアブラムシの発生は普通7月上旬がピークとなるが、本病の第一次伝搬には大豆の発芽初期の有翅保毒アブラムシの飛来が重要である。
- (6) 大豆の播種期を6月中旬以降におくらせると、本病の初期感染をある程度回避できるが成熟期がおくれるので、北海道では実用しにくい。
- (7) 栽培品種はいずれも罹病性であるが、「黄宝珠」などは抵抗性と考えられ、今後の育種母本として有望である。
- (8) 本病の防除のためには、浸透性殺虫剤の土壤施用による萌芽時アブラムシ防除が極めて有効であり、薬量は4～8kgがよい。ただし、有翅保毒アブラムシによる媒介は防止しえない。生育後期の茎葉散布の効果は顕著でない。
- (9) この浸透性殺虫剤の土壤施用の効果は発生条件などによって異なり、通常30～50%の増収となるが、年や品種によっては4倍の収量をえた例もある。

9. 残された問題点

現在の主要栽培品種である「白鶴の子」、「ユウヅル」、「コガネジロ」、「オンマシロメ」、「北見白」などは抵抗性が弱く、本病の被害を回避するための適切かつ実用的品種がないが、「黄宝珠」などが発病率が低く、被害を回避しうる上、さらに強い育種母材もえられているところから、これらの品種、系統を用いた品種育成によって、本病の被害を軽減することも可能であろう。

また、播種時期をおそくすることにより、本病の感染および被害を回避しうる事が明らかとなったが、これは北海道においてはアブラムシの大豆への飛来が5月下旬～6月中旬であり、この時期のアブラムシの飛来を回避することにより、被害を軽減しているためである。しかし、いたずらに播種期をおそくすることは大豆の収量を低減することになるため、北海道では実用技術となりがたい。しかし、生育期間の長い

地方では一考に価する被害回避の方法と考えられる。

さらに、浸透性殺虫剤の施用に当り、より省力的な方法を考案することが要望される。北海道においては、馬鈴薯用に作られた殺虫剤入り化成肥料が使用されている場合もあるが、肥料成分が大豆には好適といえず、まだ検討すべき問題がある。一方、化成肥料と粒状殺虫剤を混合する場合、混合に多くの手間を要し、また、混合中に肥料と農薬の粒剤が分離してくるおそれがあり、より適切な方法について吟味する必要がある。

なお、本病の生態についてはかなり明らかになったが、発生分布拡大の要因や発生地域差を生ずる原因、アブラムシの生態、とくに有翅型アブラムシの飛来時期、量、越冬場所などが未検討であり、今後の研究が必要である。

V 参 考 文 献

- 1) 木幡寿夫 大豆「白鶴の子」にみられる萎縮状生育異常障害について 北農 35 (12) 30 - 43 (1968年12月)
- 2) 諏訪隆之 千葉一美 大豆萎縮状異常生育(仮称)に関する研究 大豆萎縮状異常生育(仮称)の発現とその原因の解明 道立農試集報 19: 47 - 58 (1969年10月)
- 3) 玉田哲男 後藤忠則 千葉一美 諏訪隆之 ダイズ矮化病 日植病報 35: 282 - 285 (1969年9月)
- 4) 玉田哲男 ダイズ矮化病ウイルスのアブラムシ伝染と寄主範囲(英文) 日植病報 36: 266 - 274 (1970年9月)
- 5) 玉田哲男 ダイズ矮化ウイルスの系統 日植病報 39: 27 - 34 (1973年1月)
- 6) 玉田哲男 馬場徹代 ダイズ矮化病の生態と防除 植物防疫 27: 277 - 281 (1973年7月)
- 7) 千葉一美 諏訪隆之 ダイズ矮化病による大豆の生育および収量について 北農 37 (11) 10 - 20 (1970年11月)

とりまとめ担当者

執筆担当者

北海道立中央農業試験場病虫部長

同 上

同 上

馬場 徹 代
病理科長

高 桑 亮
病理科研究員

玉田 哲 男

とりまとめ協力者

農林省北海道農業試験場企画連絡室長

同 上

北海道立中央農業試験場畑作科研究員

土屋 茂
病理昆虫部長

桜井 義 郎

千葉 和 美

編 集

担 当 者：農林省北海道農業試験場企画連絡室連絡科長

沼 辺 敏 和

協議機関：北海道地域技術連絡会議