

イネわい化病の原因究明

誌名	農業技術
ISSN	03888479
著者	横山, 佐太正
巻/号	38巻3号
掲載ページ	p. 118-122
発行年月	1983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



イネわい化病の原因究明

— 第38回農業技術功労賞受賞記 その3 —

横山 佐太正

はじめに

昭和46年ごろから九州西部の有明沿岸の水稲に、原因不明のわい性症状が発生した。この被害は翌昭和47年には大分県を除く九州全域に拡大分布し、発生面積が12,000ha（福岡県では2,440ha）に急増し、減収と品質の低下によって相当な打撃を被った。本症状の発生動向からみて、さらに蔓延拡大することが予想され、米作農家に大きな障害となることが心配された。

このため九州農業試験場を中心とする共同研究班が組織され、福岡県立農業試験場は佐賀県及び熊本県農業試験場とともに分担研究場所となった。特に昭和48年より農林省総合助成事業として、原因究明とその対策

を緊急に確立する目的で積極的に取組んだ。すなわち作物・化学・病害虫の各専門分野で福岡農試プロジェクト研究班を構成し、筆者が総括的責任者となり、九州農業試験場をはじめ隣県関係農業試験場と緊密な連携をとりつつ、強力に推進した。

その結果、初年度においてツマグロヨコバイによる媒介を明らかにすることができたため防除対策が容易となり、研究方向も急速に絞られるに至った。また、九州農業試験場などにおける電顕観察の結果、症状を呈した葉より Tungro 様の小型球状粒子が確認された。したがって、本症状は本邦では未知の新ウイルス病であることが判明した。これらの成果により、昭和49年5月9日、九州地域技術連絡会議・イネわい性症状研究分科会において、「イネわい化病」と命名することが決定された。

この業績評価によって、昭和57年度の権威ある農業技術功労賞を受賞した。身に余る光栄であり、大変感激している。いうまでもなく、県段階における試験研究はほとんど組織的・共同的に行なわれている。ことに本研究は、前述のように国と県との大型プロジェクトで進められたものである。その成功例として挙げられると思うが、たまたま福岡農試病害虫チームがチャンスに恵まれ、筆者がチームリーダーであったに過ぎないと認識し

ている。本研究を推進するに当たり、ご指導を賜った諸先輩、上司並びにご協力をいただいた多数の共同研究者各位に対し、心より謝意を表するものである。さらに、今回の受賞に際して種々お骨折りをくださった方々に対しても厚くお礼を申し上げたい。

ここに紹介するのは、九州病害虫研究会報第20巻（昭和49年9月発表）の第1, 2, 3報をとりまとめたものである。

1. 症状及び発生

前年多発生した筑後地帯の2地区（山門郡、三潞郡）の数地点において、苗代期より本田全期にわたって農家35戸、178筆の発生実態について調査した。その結果を要約すると次のとおりである。

1) 症状 昭和48年は、8月9日に黄変わい化症状のイネ株を初見した。症状の程度及び退色黄変葉の葉位によって推定すると、本症状の発生は早い場合は7月第6半月、遅くとも8月第1半月であったと思われる。地元普及員などの観察によると、前年は7月20日ごろすでに肥切れ症状を認めており、これが本症状の初期と思われるので、本年は前年に比較して10日前後遅発したことになる。本症状の発生初期は、年次によって変動すると思われるが、暦的には7月下旬～8月上旬、イネの生育時期からみると分けつ最盛期前後のようである。

症状は、早くから発生する場合「黄変わい化」が特徴的である。前年と本年の観察結果を総合すると、葉身の黄変は止葉より数えて主として第4～7葉のうち2～3葉に出現し、黄変は一時的現象で回復するようである。黄変症状を示すものは既に大部分「わい化」しているが、中には黄変症状が現われてから後に「わい化」し始めるものもあると思われる。また、遅く出穂前後から発生する場合は、黄変症状が不明のまま「わい化」するようである。発生時期や症状の程度には、かなりの差異が認められる。

発生様相のくぼみの型は、垂直的にみて皿型と円錐型の二つのパターンに分けられるようである。前者は少発生ツボ状に多く、症状の蔓延が比較的短期間に齊に行なわれたもの、後者は全面凸凹の多発生田に多く、蔓延が長期間にわたって行なわれたものかもしれない。

本症状は、品種による発生の差異が顕著である。一般



筆者近影

に栽培されている品種の中では、レイホウに発生が甚だしく、ツクシバレはきわめて少なかった。しかし、萎縮病の発生は両品種の間に大差なく、ともにかなりの多発生であった。このことから、本症状の品種間差異は媒介虫密度の量的差異によるものではなく、その他の理由によるものと考えられた。

2) 本田初期のウンカ・ツマグロヨコバイ類密度と発生との関係 一部落全筆の発生調査によると、成苗手植えの水田に多発生が多かった。この部落は80%以上が稚苗移植栽培であり、これに混じってわずかな水田が成苗手植えによって、ほとんど同時に田植えが行なわれている。しかも、本田第1回の薬剤散布は、稚苗移植田とほぼ同時か、なかには10日以上遅れて散布した農家もあった。すなわち、本田初期におけるウンカ・ヨコバイ類の飛び込み密度は、大きな成苗手植え田に集中しやすいことが予想される。また、これらの普通苗代は早播きで点在しており、同様に飛び込み密度が多くなる問題も含まれている。稚苗移植の場合でも、徒長苗を極端に早植えたものに発生が多かった。

さらに、多発生田では隣接した少発生田と比較して、萎縮病の発生も相当に多く、しま葉枯病が目立ち、わずかではあるが、黄萎病の発生を認めた水田もあった。このことは本田初期の多量の媒介虫の存在が想像され、これと本症状の発生が密接な関係を有することが推察される。

防除時期と発生との関係については、6月下旬～7月中旬の散布で発生が少なく、ことに7月上旬の散布ではきわめて少発生であった。

3) 伝染源とその環境条件 多発生田の環境的位置は、発生地帯において前年の多発生田及びその周辺を主としている。また、多発生田と隣接田の発生実態から推察すると、本田期における伝染の範囲は比較的狭いようである。したがって、伝染源は多発生農家の苗代や本田期における多発生田の周辺に存在するものと予想される。これらはクリークに近接する場合も多く、伝染源は

畦畔を含めてその付近に生えているイネ科雑草(植物)などと密接な関係を有するかもしれない。休耕田も伝染に関係があると思われる調査結果が得られている。

2. 薬剤散布及び被覆試験

本症状の発生原因としては、ウンカ・ヨコバイ類との関係が最有力であった。また、本症状の発生時期より第1次伝染は少なくとも最高分けつ期までに起こるものと推定し、これに関する現地試験を行なった。

昭和48年、多発生地帯の山門郡瀬高町一般農家は場においてレイホウを供試し、苗代に5月22日播種、手植え6月24日(出穂期9月2日)、その他の肥培管理は現地慣行によった。試験区の構成と処理方法は、第1,2表のとおり苗代期、本田移植後より7月前半まで、7月後半までの3時期を組み合わせて6区を設定し、薬剤散布及びサラン網被覆を7月30日まで行なって観察調査し、

第2表 薬剤散布及び網被覆とイネおい化病の発生

苗代期	薬剤散布・サラン網被覆		発生株率	
	本田移植後より7月前半	7月後半	網被覆内	同左を除く試験区内
1. 散布強化	散 布 網 被 覆	散 布 網 被 覆	境界に1株発生	2%
2. 散布強化	無 散 布	無 散 布	—	30
3. 慣行散布	散 布 網 被 覆	散 布 網 被 覆	境界に2株発生	15
4. 慣行散布	無 散 布	無 散 布	—	60
5. 散布強化	散 布 網 被 覆	無 散 布	4%	5
6. 散布強化	無 散 布	散 布 網 被 覆	13%	40

10月18日に発生株率を調査した。

結果は第2表のとおりである。本症状は8月上旬より発生しはじめ、8月中旬以降顕著であった。苗代期に薬剤散布を強化し、本田の試験全期間に散布した1区では、わずかに2%の発生株率であった。本田全期間を網被覆した1,3区内部ではほとんど発生が見られなかった。これに対して、苗代期を慣行散布し本田期無散布の4区は、激発して60%の発生株率を示した。なお、移植

第1表 薬剤散布及び網被覆^{a)}と時期

苗代期 (5月22日～6月23日)	本田移植後より7月前半 (6月24日～7月16日)	7月後半 (7月17日～30日)
6. 4 NAC・XMC粉剤 8 エチルチオメトン粒剤 ^{b)} 11 NAC・XMC粉剤 14 NAC・XMC粉剤 ^{b)} 18 MEP・BPMC, 有機ニッケル混 用液散布	6. 24 田植え・網被覆 MI PC・クロルフェナミジン粒剤 30 プロパホス粉剤 7. 6 MTMC・クロルフェナミジン粉剤 13 NAC・XMC粉剤 17 網除去	7. 17 網被覆 カルタップ粒剤 NAC・XMC粉剤 24 プロパホス粉剤 カサガマイシン・フサライド粉剤 30 網除去 MTMC・クロルフェナミジン粉剤

a) 24メッシュ・ブルーのサラン網を使用 b) 防除強化のため追加した散布 なお、散布量は苗代3kg/10a, 本田5kg/10a

後より本田初期の7月前半まで薬剤散布し網被覆した区ではきわめて少発生であった。

田植え後より7月30日まで試験全期間にわたって網被覆した内部にはほとんど発生が見られなかった。すなわち、24メッシュの網内に侵入しえない生物が、本症状の媒介に密接な関係を有するものと考えられる。苗代期において薬剤散布を強化した場合、本田期の田植え後より7月前半までの防止効果が高かった。したがって、本症状を媒介する生物が関係する主要な時期は、田植え後より7月前半であると推察される。本試験では、7月30日までの全期間薬剤散布でも防止効果がやや不十分な区があった。これは、供試面積が小さかったため、媒介生物が周辺から侵入したことが主な原因であると思われる。

3. ツマグロヨコバイによる媒介

昭和48年8月9日福岡県内筑後地帯において、イネの株がやや退色黄変している現象を見出した。これらの株は抽出中の葉から展開葉を数えて第3葉（止葉から数えると第5葉）を中心に、上下2～3葉が退色黄変し、また、しばしば褐色えそ斑が観察された。本異常株は水田においてツボ状に集団して発生を示す場合が多く、草丈が約10cmぐらゐ短くなっていた。このような、わい化の症状が認められる株をイネわい化症状と称し、その原因について究明を試みた。まず、本症状の水田における発生様相などから、ツマグロヨコバイが関係することを想定し、本虫による媒介実験を行なった。

1) 方法 ①発生田のツマグロヨコバイによる媒介実験：健全イネは、品種トヨタマの5葉期苗を8月13日、径21cmポットに1株3本2株植とした。供試したツマグロヨコバイは多発生田（山門郡瀬高町北広田及び三潯

郡三潯町原田）の2地点より8月16日に、対照虫は無発生地帯の筑紫野市当場水田より、8月16～17日に採集した。これらの採集されたツマグロヨコバイの成虫は、直ちに1株当たり50頭（♂：♀＝1：1）ずつ上記健全イネ苗に1週間接種吸汁させた。1処理は5～8ポット（株数10～16株・本数30～48本）を供試し、當場網室内においた。

②発病株を獲得吸汁させたツマグロヨコバイによる媒介実験：イネわい化病は、山門郡瀬高町北広田において、8月9日、出穂期に草丈が20cm以上短程となったものを採集し、1/2000aワグネルポットに植えて用いた。いっぽうイネわい化病無発生地帯の當場内水田よりツマグロヨコバイを採集し、8月21日から1週間以上発病株上で獲得吸汁させた。獲得吸汁の終わったツマグロヨコバイは、直ちに①実験に述べた健全イネに1株当たり成虫30頭（1株は♀、1株は♂：♀＝1：1）ずつ1週間接種吸汁させた。その他は①実験に準じた。

③接種発病株を獲得吸汁させたツマグロヨコバイによる媒介実験：②の媒介実験で発病した株並びに無発生地帯水田のツマグロヨコバイを供試し、10月13日より1～3日獲得吸汁させた。いっぽう健全苗は、品種トヨタマの1～2葉期苗を9月28日、径14cmの小型ポットに5株1本植とした。獲得吸汁を終えたツマグロヨコバイは1ポット当たり5～20頭として、健全苗に1～3日接種吸汁させるか、あるいは1～3日毎に順次健全苗に5回移しかえた。これらの実験は温室内で処理し、発病調査は翌年1月中旬に主として草丈の短程化及びヨード・ヨードカリ液による止葉のでんぷん反応により行った。

2) 結果 ①及び②の実験における接種終了時には、ツマグロヨコバイの直接加害により、いずれの区でも葉

第3表 ツマグロヨコバイによるイネわい化病及びイネ萎縮病の媒介

処	理	9月5日 ^{a)}		9月20日 ^{b)}		10月1日 ^{c)}		
		萎縮病率 (個体率) %	わい化病 (株数)	単	萎縮病との併発	計	萎縮病単 (個体率) %	正 常 (個体率) %
①発生田のツマグロヨコバイによる媒介	多発生田1(北広田)	15	0	60	13	73	9	18
	多発生田2(原田)	71	8*	4	67	71	19	10
	無発生田	38	0	0	0	0	45	55
②発病株を獲得吸汁させたツマグロヨコバイによる媒介		0	8	60	17	77	0	23
	無接種	0	0	0	0	0	0	100

a) 接種吸汁開始より①は19日目、②は7日目

b) 接種吸汁開始より①は34日目(*の内訳は本病単独発生株2, 萎縮病との併発株6), ②は22日目、9月14日にわい化病の発生を認めなかった。

c) 接種吸汁開始より①は45日目、②は33日目

身がわずかに黄変したが、新葉の抽出により間もなく回復した。①実験の接種開始後19日目の9月5日には第3表のように発生田のツマグロヨコバイによる媒介実験区に、イネ萎縮病が発生しているのを認めた。

①及び②の実験の接種開始後それぞれ34日目、22日目の9月20日に葉身が退色黄変した症状を示す個体がみられた。その発病は調査月日の1~2日前と思われた。この黄変症状は抽出中の葉には認められず、すぐ下位の第2葉がはつきりして第3葉は軽微であった。また、葉身の2/3以上の先端が顕著であった。これらの個体は、すでに草丈が短くなる兆候が認められた。その後、葉身の幅が狭くややねじれるものも観察され、明らかに短稈化した。黄変症状にともなってわずかであったが、褐色えそ斑を生じた葉身もあった。本病にかかったとみられる株は日中水分不足の症状を呈し、下葉が捲葉する場合もあった。9月5日にイネ萎縮病が発生していたカスリ状の症状をもった葉身にも黄変が観察され、明らかに併発症状を示したとみられる個体を9月20日に認めた。これらの株はイネ萎縮病単独の場合よりいっそう萎縮し、葉身の幅も狭いものが多かった。併発症状が甚だしい個体の中には、枯死するものもあった。

この①及び②の実験では、イネわい化病の初期症状を認めてから約10日間に大部分のものが発病し、その個体率は第1表のとおり70%以上に達した。イネ萎縮病との併発率は、ツマグロヨコバイの採取地によって大きく異なり、北広田の虫では13%、原田の虫では67%であった。①の実験において無発生田の採集虫を用いた接種では、イネ萎縮病発生率が45%であったが、同一虫集団をイネわい化病株に獲得吸汁させて接種した場合、わい化単独症状が60%、併発症状17%となった。

①及び②の実験の生育調査の結果、わい化症状個体は、無接種区の正常個体より草丈が11~16%低かった。媒介虫によって生じたイネ萎縮病株及びイネ萎縮病とわい化

症状株との併発症状株の草丈は、無発生田の媒介虫によって生じたイネ萎縮病に比べてかなり萎縮した。また、わい化症状個体を生じた各区の正常と思われる個体も無接種区のものより6~12%低かった。分けつ数は1個体当たりいずれも4~5茎となり、ほとんど区間に差を認めなかった。しかし、わい化症状を示した区には、不完全出穂及び未出穂率が高かった。このように、晩期ポット栽培による本実験においては生育阻害が著しかった。

③の実験においては、約1カ月後からイネわい化病とみられる株が発生しはじめた。この場合、短稈化は先行して現われるようであり、黄変症状はあまり顕著でなかった。止葉のでんぷん反応による診断も併用したが、発病と健全の明確な判別診断は困難のようである。これらの結果を第4表に示した。1日間の獲得吸汁でもツマグロヨコバイは保毒するとみられたが、2~3日間の獲得吸汁の方が保毒は高まるようであった。健全苗への接種虫数は、3~4葉期苗1個体当たり1頭よりも2~4頭の方が、発病はより明確のようであった。また、獲得吸汁により保毒させたツマグロヨコバイの保毒日数は1週間以内のようであり、日数が経過すると媒介能力が弱くなる傾向を示した。

3) 考察 本実験において生じたイネのわい化症状は、止葉より第3~5葉目の退色黄変、葉身の幅が狭くややねじれる症状、11~16%の短稈化、生育阻害等であって、自然発生のイネわい化症状とよく一致している。したがって、本病はツマグロヨコバイによって媒介されるものと思われる。

本実験の品種トヨタマの健全苗5~6葉期苗に、イネわい化病株上で1週間獲得吸汁させた多数のツマグロヨコバイを1週間接種吸汁させた結果、77%の高い発病性を示した。なお、一見正常とみられる個体の中にも、草丈が健全株より低い個体がおよそ20%含まれており、これらを加えると発病率はさらに高くなるであろう。

第4表 接種発病株を獲得吸汁させたツマグロヨコバイによる媒介

接種区別	獲得吸汁日数	0	1	1	1	2	2	3	3	3														
	接種吸汁日数	0	1	1	1	2	2	3	3	3														
	供試虫数(1ポット当たり、頭)	0	5	10	20	5	10	20	5	10	20													
	移しかえ回数 ^{a)}	0	1	1	2	3	4	5	1	1	1	2	3	4	5	1								
草丈 (cm)	65	59	61	65	63	65	65	64	61	52 ^{b)}	53 ^{b)}	54 ^{b)}	63	60	55 ^{b)}	54 ^{b)}	61	64	63	63	61	55 ^{b)}		
茎数 (本)	32	28	18	23	27	30	25	24	22	15	21	20	24	27	20	19	18	21	25	30	31	16		
穂数 (本)	14	10	4	8	8	12	12	5	7	1	0	5	11	16	1	4	2	10	12	15	12	0		
ヨード反応 ^{c)}	-	-	-	-	±	-	-	±	-	+	*	±	+	±	-	+	*	+	±	-	-	-	±	*

a) 獲得吸汁虫を接種吸汁のため順次健全苗へ移しかえた回数 b) 健全稲に対して10%以上短稈化した接種区 c) -は反応せず、±は不明瞭、+は明瞭、±は顕著に反応 なお、*は止葉未抽出のため最上葉を調査

接種開始日より初発病までに要した日数は、20~30日であったが、その10日間にぼつぼつ発生し、確かな潜伏期間については明らかでない。

①及び②の実験ではイネ萎縮病が併発したが、この発生率は媒介虫の採集地によって異なった。これはイネわい化病とイネ萎縮病の発生割合による保毒率及び保毒状態の相異に起因するようである。この場合、最初にイネ萎縮病の病徴が現われ、次いでイネわい化病の病徴が現われたが、草丈は一般のイネ萎縮病よりも低く、甚だしい個体は枯死した。このような併発症状の詳細な被害については、さらに明らかにする必要がある。イネ萎縮病ウイルスを保毒させたツマグロヨコバイをイネわい化病株に獲得吸汁させたとき、わい化病のみ媒介する場合は多いようにみられたが、その理由についても検討を要する。

②の実験において病徴の診断に用いたでん粉の蓄積によるヨード反応は、10%以上短稈化したものとはほぼ一致したが、九州農試実験によれば絶対的なものでなく、不明瞭なものがおよそ20%含まれるようであるから、主として短稈化によってイネわい化病の診断を行なった。③の実験の範囲では、虫体内潜伏期間は明らかではないが、あるとすればきわめて短く1~2日以内であろう。このことから、ツマグロヨコバイによる本病の媒介は、非永続的であると考えられる。

以上の実験によって、イネわい化病はツマグロヨコバイによって媒介されるもので、萎縮病と併発しうるわが国では未知の新病害であると考えられる。

おわりに

本病が有明岸沿の穀倉地帯に初発し、急激に拡がって農家の心胆を寒からしめたのは、時あたかも有史以来初めての生産調整・減反政策が打ち出された時代に遭遇している。このため農家の生産意欲が低下し、出かせぎに拍車がかかり、片手間農業の言葉も流行した。したがって、本病は出るべくして出たのではないか。管理怠慢の当然の結果であると農家を酷評する指導者もいた。しかし、そうさせた最大の原因は農政にあるとして、「農政病」、「生産調整病」、「減反病」さらに「イネのノイローゼ」と皮肉の珍名をつけたものもある。そのほか、文学的な「有明病」、「不知火病」、やや科学的なものに「新萎縮病」などがあった。これほどのニックネームがつけられた新病害は、イネわい化病のほか例を見ないであろう。

昭和48年9月20日、ツマグロヨコバイの媒介試験で成功を確認した時の感慨は、今でも生々しく思い出され

る。チームリーダーとしての責任を果たした喜びで、思わず万歳を叫んだものである。その後、発表のあり方についてプロジェクト研究体制とのかかわりあい、マスコミ、行政等との調整問題で神経をすり減らそうとは、全く思いもしなかった。さらに、コロンブスの卵的発言も意外に多く、“単に仮説を実証したに過ぎない”、“当初よりそのように思っていた”などの声をしばしば聞かされた。不成功者や評論家は、そのような言動で自らを慰めるものかもしれない。いずれにせよ、筆者にとってはうれしい悲鳴であり、誰が何といっても、“自信を持って不言実行”あるのみと心に誓ったわけである。

この研究において再認識したことは、ホシの手がかりは犯行現場にあり、つまり“圃場の問題点は圃場にある”ということ、そして研究手法の原点は、「観察」であるという点であった。最近、真の観察(observation)の意味が案外に忘れられかけているのではないか。高級顕微鏡等の科学器機もつまるところ研究者自身のこの眼で見るものであり、心そこに非ざれば見れども見えず、第一に心眼にうつるほどの注意力・集中力が要求されるであろう。第二に寸暇を惜しんで連続的・継続的観察が重要となる。ことに筆者は供試圃場に恵まれ、わが家の農場の中に発生圃場があった。このため、土曜も日曜も毎日観察することができたし、朝、夕、夜(月夜の晩等)も調査が可能であった。その結果、朝異常を認めなかったイネの葉が夕方変色しているのを発見しえたわけである。たとえ研究職員に休日があっても、生育中の作物に休みはないし、職員の研究ではなく、農業者的研究が大切であると思う。原因究明という成果のほかに、これらの貴重な教訓がえられたのも、本研究の大収穫であったと確信している。

なお、イネわい化病は、原因が明らかとなった昭和48年を境にして激減し、昭和52年には九州全域でほとんど発生を見なくなっている。その後の研究によって、本病は東南アジアの稲作できわめて重要な「ツングロウイルス病」に連なるものであることが明らかにされ、何らかの要因によって国外から侵入したものと推定されている。媒介虫の飛来問題、流行システム等の解決課題が残されているが、短時日に防除対策が確立したのは、国と県とのプロジェクト研究の成果であろう。

(よこやま・きたまさ 福岡県農業総合試験場経営環境研究所長)