

第7章 いもち病の防除

東北地方と岩手県の稲作にとって、いもち病による減収は第1章にも述べたとおり、紋枯病をはじめその他病害虫による損害額をはるかに上回るものであって、その発生量、程度、防除の成否はその年の作況を左右するほどである。

農水省作物統計から最近13ヵ年（1983年～1995年）の被害量をみると、収穫量に対する全被害量の割合は、全国10.3%、東北13.0%、岩手14.6%でそれほどの差ははみられないが、うち気象災害では同じく62.8%、77.2%、82.6%で、稲作にとって東北、岩手県地方は冷害その他の影響の大きいことが数字上からもはっきりと読みとれる。

いっぽう全病害の被害量に占める割合は相対的であるから、同じく28.9%、20.6%、17.2%を示した。いもち病被害の全病害での比率は同じく59.7%、84.4%、90.7%であり、相対的にも東北、岩手県のそれが高い。換言すれば東北地方と、とくに岩手県においては、いもち病の被害が全病害被害量の約8割と9割を占めるから、この病気の防除をいかに完璧に行うかが大きな課題となるのである。

いもち病の発生は多くの要因が複雑に関連しているが、簡略化してみれば、

- 1.病原菌（レース、分化型、伝染源）
- 2.環境（気象条件、栽培条件、立地条件）
- 3.イネ抵抗性（真性抵抗性、圃場抵抗性）

によって支配されるから、その関連要因の一つでもうまく制御できれば防除が可能であるけれども、現実には成功していないのが実情である。

例えば真性抵抗性の利用による日本稲に対する中国稲、インド稲の抵抗性遺伝子の導入は、1963～1964年以降に高度抵抗性品種の罹病化現象によって崩壊し、その安定的利用は困難となってきた。その他の要因についてもその制御はむずかしい。

したがって現在、いもち病防除は薬剤に依存する度合いがきわめて高い

のであるが、優れた防除薬剤の出現にもかかわらず、いっぽうでは多発生条件下（異常気象、良食味嗜好＝抵抗性弱品種の栽培など）における適切な散布が不可能な社会情勢（労働力不足、高齢化、機械装備不足など）、環境汚染、耐性菌の発生、特別栽培米等にみられる消費者の要求と生産、販売者の対応など薬剤防除自体が多くの問題をかかえている状態である。

近年は多発生状態が頻発しているが、その原因は自然条件（環境条件）よりもむしろ人為的条件によるところが大きいと言わざるを得ない。この背景を認識しつつ発生に関与する諸要因を可能な限り制御し、総合的な防除対策を講ずることが肝要である。

1 抵抗性品種の利用

1) 真性抵抗性の利用

真性抵抗性遺伝子を持つ品種の利用は最も合理的で経済的な防除法ではあるが、これまでも述べてきたように、やがてそれらは罹病化してきて、単一品種を長期的に栽培することは困難になっている。その原因は真性抵抗性品種を侵害する新しいレースの増殖があるからであり、したがって早い段階において新レース増殖が把握できれば、他の品種に切り替えたり、薬剤防除の対策も可能となろう。このような考えから、岩野正敬氏⁹⁾は東北農試（大曲市）において、抵抗性遺伝子型の異なる12品種をレース検定用育苗箱に播種し、多肥条件で4～5葉期まで育苗し、面積約50aの園場に3～7日放置してから回収して罹病型病斑よりレースを推定した。その結果11レースの発生を確認、圃場内における9月1～5日の推定レース分布密度は003（34.3%）、007（40.3%）、033（17.8%）、その他（7.6%）であった。この推定レース分布密度から計算した各品

種に罹病性を示すレースの密度は罹病型病斑数比率とよく一致した。このことから、罹病型病斑数比率を調査することによって品種の抵抗性遺伝子型別に病原性を示すレースのおおよその分布密度が推定できるとしたものである。真性抵抗性遺伝子を侵す新レースが検出されたら直ちに対策を講ずることができると考えたのである。したがって真性抵抗性品種の罹病化の段階で直ちに異なる抵抗性遺伝子を持つ品種に切り替える、いわゆる交替栽培は罹病化対策の一つの方法である。しかし、この前提には新しい抵抗性遺伝子を持った実用（良質、多収）品種を常に用意しておかねばならないから、必ずしも実用的な対策とは言えない面がある。

近年になって真性抵抗性の異なる品種の混合栽培の研究が行われるようになってきた。いもち病については進藤敬助氏²⁷⁾が東北農試（大曲市）で抵抗性遺伝子型の異なる品種を混合栽培すると、それらの単独栽培の場合よりも発病がかなり減少する現象を報告したのがはじまりのようである。

それによると、Pi-k、Pi-a・Pi-iの抵抗性遺伝子型を持つ3品種ふ系169号、東北108号、トヨニシキ（試験1）と、び系91号、ミヨシ、農林41号（試験2）を用いて、それらの単独栽培の場合と3品種の混合栽培の一株当りS病斑数、穂いもち発病指数を調査している。そして葉いもちでは発病が明らかに少なく、混植による抑制効果が有意に認められた。穂いもち発病指数、収量では有意差はみられなかったものの葉いもちと同様の傾向を示していた。

このように同一圃場に異なる品種を混植することによって、いもち病の発生を抑制できることから、混植栽培自体は実用性に乏しい栽培技術であるが、多系品種の育成と導入（抵抗性遺伝子型は異なるが、ほかの特性はすべて同一の系統）は実用的に有望であるので、この点についての状況について以下に説明する。

宮城県古川農試では品種ササニシキを育成して（岩手県では1964年

から奨励品種となる)、以来宮城、岩手県等では主力品種として長いこと栽培されてきた。この間 1971 年、1974 年、1976 年、1988 年、1991 年、1993 年などに相次いでいもち病の大発生がり、ササニシキは大きな被害を受け、その他の年次においてもつねにいもち病の発生に見舞われてきた。

しかし、銘柄米として高い評価を受け、良質米として優遇されていたから、「いもちに弱い」の評価だけで他品種に交替することは困難な状態であった。

(1) 宮城県におけるササニシキのマルチライン育成と いもち防除への利用^{14, 17, 18)}

前に述べた経過からササニシキの基本的特性を変えないで、いもち抵抗性だけを強化しようとして、育種の容易な主動遺伝子支配の真性抵抗性遺伝子をササニシキに導入した同質遺伝子系統を育成、いもち病の発生を抑制しながら、ササニシキの銘柄で流通できる多系品種を利用したものである。

育成の経過は、模式図に示したように、ササニシキを母とし、いもち病抵抗性遺伝子を持つ品種を父として交配し、出てきた子供に再びササニシキを交配するという操作を 6～7 回繰り返して、抵抗性遺伝子だけが異なるササニシキを育成するという方法である。

導入しようとしたいもち病真性抵抗性遺伝子は +, Pi-i, Pi-k, Pi-k^m, Pi-z, Pi-ta, Pi-ta², Pi-z^t, Pi-b の 9 種類である。この真性抵抗性遺伝子を持つ品種、系統をササニシキと一回交配し、その F₁ 以降はいもち病菌 (003 レース) の接種により真性抵抗性を持つ個体を選抜しながら、ササニシキを反復親として戻し交配を進め、それを 5～8 回繰り返して系統の選抜固定を図ってきたものである。この結果東北 IL～9 号の地方系統名がつけられ、さらにこの中から東北 IL 3 号、東北 IL 4 号、東北 IL 5 号、東北 IL 8 号が 1994 年に奨励品種に採用され、この 4 系統を一括して

「水稻農林同質 327 号」に登録、「ササニシキBL」と命名されたものである。各系統の登録番号は東北IL 3 号が水稻農林同質 327-1 号に、以下東北IL 4 号が水稻農林同質 327-2 号に、東北IL 5 号が水稻農林同質 327-3 号に、東北IL 8 号が水稻農林同質 327-4 号となった。今後真性抵抗性を持つ同質遺伝子系統が育成された場合は、同じ登録番号の 5 号以降に追加されることになるという。

以上の系統は 1995 年に種苗法に基づき、それぞれ「ササニシキBL 1 号」、「ササニシキBL 2 号」、「ササニシキBL 3 号」、「ササニシキBL 4 号」として品種登録された。

このようにして育成された真性抵抗性遺伝子の異なるササニシキBL 1～4 号を数種混合して栽培することによって、種々のいもち菌レースが分布している状況の中で、いもち病の発生を抑制しようとするものであり、既に現地試験の結果から効果が証明されている。またこれらBL構成系統のイネ（生産されたコメを含む）としての諸特性はササニシキとほぼ同一であり、実用上の問題はないとしている。

以上述べてきたのが宮城県で推進しているササニシキBLの育種概要である。この多系品種の普及推進に当たっては、各系統ごとに原・原種の維持、原種の生産、混合系統及び混合比率の指示、採取圃農家での種子生産等は県の責任において実施し、自家採種は認めないこと、いもち病菌のレース分布調査も県が検定すること、いもち病防除は万一の発病に備え、無防除ではなく、穂いもち対象に 1 回防除すること、いもち病以外の病虫害防除と他の肥培管理はササニシキ同様とすること等細かい点まで配慮している。

さらに生産物はササニシキとして検査を受け、ササニシキとして出荷、流通することになっている。

なお、参考までに「ササニシキBL」のBLとはいもち病の英名Blast Diseaseからとったものであることを申し添える。

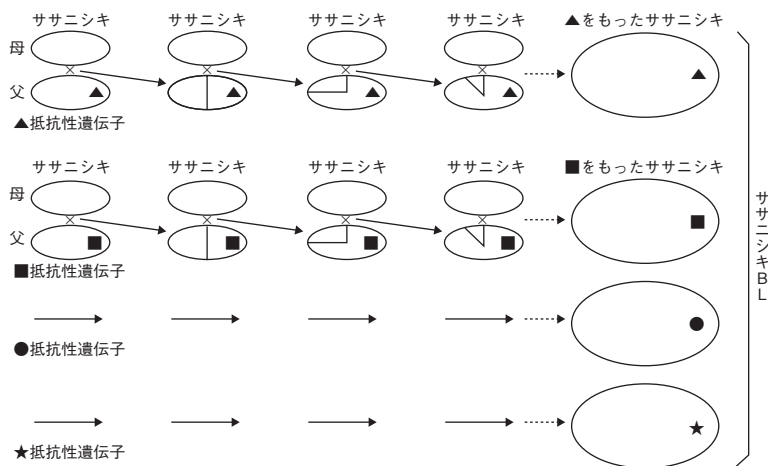


図1 戻し交雑による同質遺伝子系統作出模式図

(宮城県 1995)

表1 東北IL1～9号の真性抵抗性遺伝子源、戻し交配回数及び世代

系統名	真性抵抗性遺伝子源			戻し交配回数	平成7年世代
	品種名系統名	真性抵抗性	育成地		
東北IL1号	ハツニシキ	+	東北農試	6	B ₂₅ F ₁₂
東北IL2号	イナバワセ	Pi-i	北陸農試	5	B ₂₅ F ₁₃
東北IL3号	曲系780	Pi-k*	東北農試	6	B ₂₅ F ₁₃
東北IL4号	ツユアケ	Pi-k ^o	奈良農試	5	B ₂₅ F ₁₃
東北IL5号	フクニシキ	Pi-z	東北農試	6	B ₂₅ F ₁₃
東北IL6号	曲系808	Pi-ta*	東北農試	8	B ₂₅ F ₁₃
東北IL7号	曲系737	Pi-ta ^{2*}	東北農試	6	B ₂₅ F ₁₃
東北IL8号	76F6-88	Pi-z ^{1*}	東北農試	5	B ₂₅ F ₁₆
東北IL9号	曲系872	Pi-b*	東北農試	6	B ₂₅ F ₁₄

注) *他の真性抵抗性遺伝子の有無は不明。(松永知久 1996)

表2 「ササニシキBL」の現在までの構成系統

種苗法による登録名称 (品種名) (平成7)	命名登録名称 (平5) (農林番号)	旧系統番号	真性抵抗性 推定遺伝子型
ササニシキBL (水稲農林同質327号)			
ササニシキBL1号	水稲農林同質327-1	東北IL3号	Pi-K, Pi-a
ササニシキBL2号	水稲農林同質327-2	東北IL4号	Pi-K*, Pi-a
ササニシキBL3号	水稲農林同質327-3	東北IL5号	Pi-z, Pi-a
ササニシキBL4号	水稲農林同質327-4	東北IL8号	Pi-zt, (Pi-a) *

注) * : Pi-a有無は未確認 (同上)

表3 東北IL系統及び混合栽培におけるいもち病発病状況

(いもち病無防除)

(宮城県)

年次	品種・系統名	農業センター						角田						南郷					
		葉いもち			穂いもち			葉いもち			穂いもち			葉いもち			穂いもち		
		発病株当り		発病	発病穂率 (%)		発病株当り		発病	発病穂率 (%)		発病株当り		発病	発病穂率 (%)		発病株当り		発病
		株率	病斑面積率	株率	枯梗		株率	病斑面積率	株率	枯梗		株率	病斑面積率	株率	枯梗		株率	病斑面積率	株率
(%)	(%)	(%)	首	1/3	1/3	(%)	(%)	(%)	首	1/3	1/3	(%)	(%)	(%)	首	1/3	1/3	(%)	
			以下	以下	以下				以下	以下	以下				以下	以下	以下	以下	
	ササニシキ(慣行防除)	0	0	98	0.2	0.7	18.4	4	0.008	48	0.3	0.7	2.8	0	0	28	0.5	0.7	1.6
	ササニシキ	13	0.013	100	3.9	8.8	13.9	2	0.002	46	0.8	0.9	1.2	90	1.070	100	17.8	32.2	31.8
	東北IL3号	0	0	10	0	0.1	0.4	0	0	6	0	0	0.3	0	0	4	0	0	0.2
	東北IL4号	0	0.001	5	0	0	0.1	0	0	4	0	0	0.3	0	0	2	0	0	0.1
1993	東北IL5号	0	0	55	0	0.1	4.6	0	0	2	0	0	0.1	0	0	10	0	0	0.5
	東北IL8号	0	0	14	0	0	0.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ササニシキ+IL3+IL5	18	0.015	88	1.5	2.8	8.5	8	0.014	12	0.2	0.3	0.3	0	0	8	0	0.1	0.3
	IL3+IL4+IL5	0	0	25	0	0	1.5	2	0.010	4	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0
	IL3+IL4+IL5+IL8	0	0	18	0	0	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注1) ササニシキ慣行防除区はオリゼメート粒剤+コラトップ粒剤体系。

2) 種子混合比率 ササニシキ+IL3+IL4+IL5 ササニシキ:東北IL3号:東北IL5号=1:1:1
IL3+IL4+IL5 東北IL3号:東北IL4号:東北IL5号=1:1:1
IL3+IL4+IL5+IL8 東北IL3号:東北IL4号:東北IL5号:東北IL8号=1:1:1:1

表4 ササニシキBL構成系統の諸特性

系統名 真性 抵抗性	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	結実日数 (日)	稈 長 (cm)	穂 長 (cm)	穂 数 (本/m ²)	精 玄 米 重 (kg/a)	芒 の 多 少	ふ 先 色	草 型	穂 発 芽 性	玄 米 の 色 沢	玄 米 の 光 沢	心 白 の 多 少	腹 白 の 多 少	千 粒 重 (g)	品 質	食 味	葉 い も ち	穂 い も ち	耐 冷 性	耐 伏 性
東北IL3号 (Pi-a) (Pi-k)	8.4	9.17	44	82	16.9	453	54	少	黄 白	穂 数	中	中 鉢	良	無	少	20.3	上 の 中	上 の 上	や や 弱	や や 弱	や や 弱	や や 弱
東北IL4号 (Pi-a) (Pi-k ^o)	8.3	9.17	45	82	17.4	450	53	少	黄 白	穂 数	中	中 鉢	良	無	少	19.8	上 の 中	上 の 上	や や 弱	や や 弱	や や 弱	や や 弱
東北IL5号 (Pi-a) (Pi-z)	8.3	9.18	46	82	16.6	458	51	少	黄 白	穂 数	中	中 鉢	良	無	少	19.9	上 の 中	上 の 上	や や 弱	や や 弱	や や 弱	や や 弱
東北IL8号 (Pi-3) (Pi-z)	8.3	9.16	44	80	16.9	442	52	少	黄 白	穂 数	中	中 鉢	良	無	少	20.4	上 の 中	上 の 上	や や 弱	や や 弱	や や 弱	や や 弱
ササニシキ (Pi-a)	8.3	9.16	44	81	16.9	454	52	少	黄 白	穂 数	中	中 鉢	良	無	少	20.4	上 の 中	上 の 上	や や 弱	や や 弱	や や 弱	や や 弱

注) 農業センター奨励品種決定調査、平成2年～4年(標肥区)成績による

(同上)

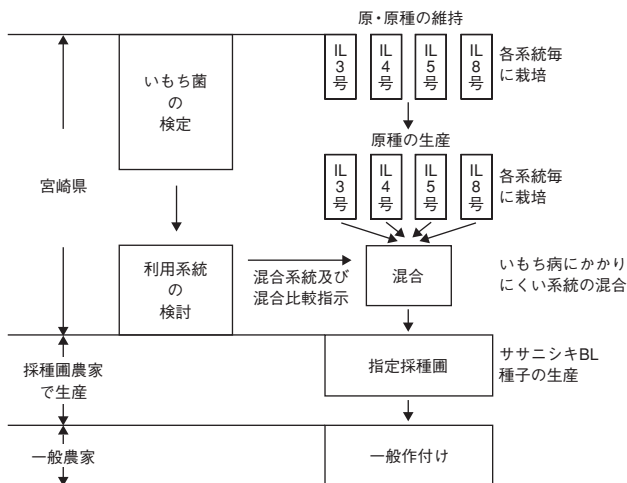


図2 「ササニシキBL」種子生産の仕組み

2) 圃場抵抗性の利用

イネ品種はいもち病に対する抵抗性によって大きくみれば抵抗性品種と罹病性品種とに分けられるが、しかし、その中間的なものもあって、どちらに入れるか判断に迷うものである。両者の間は連続的であり、厳密な意味での一線をどこに引くかは困難な場合が出てくる。だが多くの品種を対象とした場合に、明らかに抵抗性のグループと罹病性のグループは別の集団として認識される。

わが国で抵抗性をみるときに最も一般的に用いられている真性抵抗性と圃場抵抗性という用語は、ジャガイモ疫病に対して用いられた用語の訳で、True resistanceとField resistanceがそれに当たる。

それによれば真性抵抗性は過敏感反応による抵抗性、圃場抵抗性は品種の圃場条件で示す抵抗性で、発病の始まる時期や、プロットにおける発病の増加に関する速度として認められるという（稲いもち病、P 226. 1987）。

この定義に関しては学者によって若干の相違の見られるのが実情である。定義づけに若干の混乱がみられる原因の一つは、抵抗性を分類する場合に分類基準として内容的に異なる機能的側面と遺伝的側面とを一つにまとめて表現しようとしたことにあるとみられる。機能的側面というのは、宿主と病原菌の相互作用を基本としているから、イネといもち病菌との関係で、発病するかしないかという場面と、発病した場合の発病程度がどの位かという場合に分けることができる。また、発病という用語も作物（イネ）側からみた場合と、病原菌側からみた場合でそれぞれその内容が同じではない。

しかし、現実には真性抵抗性はレース判定のための接種法によって罹病性病斑を作るか否かを支配する抵抗性であり、レース特異的抵抗性と呼ぶことが出来るし、また、圃場抵抗性はイネ品種が罹病性を示した場

合の発病程度を支配する抵抗性、すなわちレース非特異的抵抗性と理解すればわかりやすい。したがって、圃場においていったん発病した場合に発現する抵抗性と解釈すればよい。もちろん圃場ではイネの生育、発病に関係する環境条件が複雑であり、その抵抗性を客観的に判定するには、年次変動がなく発生して品種のもつ特性をよく把握できる場所や検定方法などを確立しておく必要がある。また、短期間に圃場抵抗性を知りたい場合は、レース分布に配慮しながら検定場所をふやして、発病程度を調査し、その傾向を知ることが必要であろう。

(1) 葉いもちと穂いもちの圃場抵抗性

葉いもちの圃場抵抗性と穂いもちの圃場抵抗性は異なる品種のあることが経験的に知られている。

例えば岩手県では1951～1960年に奨励品種であった藤坂5号という品種は、葉いもちに強いことで知られ、このため多肥栽培にも適する多収品種として好評であった。これに反して穂いもちに対しては弱くて多発した。これは前述のように目につきやすい葉いもちには罹病しにくいことから肥料の多施用となり、その影響が穂いもち多発となった側面もあるかも知れない。

この逆の現象として葉いもちに弱く、穂いもちに強い抵抗性を示したものとしては「こがねもち」があげられる。

しかし一般的にみるならば、葉いもち、穂いもちの圃場抵抗性はほぼ平行的であるとみてよいと思われる。

(2) 岩手県の主要品種と圃場抵抗性

平成7年度稲作指導指針；岩手県（1995年2月）では主要品種のいもち病抵抗性を真性抵抗性と関連させて表示している¹²⁾（表5）。

圃場抵抗性弱～中グループには真性抵抗性推定遺伝子Pi-aを持つササ

ニシキ、チヨホナミ、こがねもち、Pi-iを持つひとめぼれ、かけはし、ゆめさんさ、Pi-a, Pi-iを持つあきたこまち、美山錦があげられている。

これに対してやや強～強グループにはPi-aを持つコガネヒカリ、トヨニシキ、カグヤモチか、Pi-iを持つたかねみのり、Pi-kを持つヒメノモチ等があげられている。

同一の真性抵抗性遺伝子をもつものの中で、圃場抵抗性はそれぞれ弱と強に分けられるものが存在することは、栽培上で重要な意味を持っている。その好事例は1995年における「かけはし」のいもち多発生であった。

品種特性からこの品種は中山間地帯（主として県中から北部）を対象に栽培を推進してきたが、この地帯はそれまでは同じ真性抵抗性遺伝子（Pi-i）を持つたかねみのりが主体であった。このたかねみのりは圃場抵抗性が強いから、これまではいもち病は発生してもそれほど問題となるようなことはなかった。

抵抗性遺伝子Pi-iを持つ品種を侵害し得るレースは007, 017, 037, 107, 137である。これらのレースは長期間たかねみのりの栽培によって、この地域では優占レースになったことは間違いないところである。この条件のところと同じ抵抗性遺伝子を持つかけはしが一斉に栽培されたものであるから、圃場抵抗性の強と弱との差がストレートに出て、大きな問題となったのである。加えて、農家側の薬剤散布による防除の不馴れ（それまでの少発生による）、いもちに弱い品種特性のPR不足などが重なった結果とみることができる。

岩手県内のレース分布調査は1991年に東北農試が検定した結果があるが、それによると前掲のレース007, 017, 037, 107, 137のPi-iを侵害するもの（これらのレースはPi-k^s, Pi-aを持つすべての品種と、Pi-k, Pi-k^m…037, 137, Pi-ta…107, 137の品種、レース関係をもつ）の分離率は、サンプル総数90点のうちで007～56.7%、037～1.1%、107～1.1%、

307～1.1%などであり、その大部分は007レースで占められている。このレースはPi-aを持つササニシキ、チヨホナミ、こがねもち、コガネヒカリ、トヨニシキ、カグヤモチと、Pi-iを持つひとめぼれ、かけはし、ゆめさんさ、たかねみのり、Pi-aとPi-iを持つあきたこまち、美山錦を侵すから、現在の主要品種の大部分はこのレースにより感染発病する。

稲作指針では圃場抵抗性別の品種作付割合の推移（1985年から1994年まで）も図示しているが、それによると平成元年からは弱～中品種の割合が強品種と逆転して上廻り、現在ではその比がほぼ8：2となっている（図3）。今後も良食味を主要なポイントとした新しい品種の導入が行われようが、それらは圃場抵抗性が弱～中グループに属するものが多いと予想されるから、正確な圃場抵抗性程度の検定と、品種構成に応じた地域内の防除対策を講じていく必要がある。

表5 主要品種のいもち病抵抗性（圃場抵抗性）

弱～中	やや強～強
ササニシキ (Pi-a)	たかねみのり (Pi-i)
あきたこまち (Pi-a, i)	コガネヒカリ (Pi-a)
ひとめぼれ (Pi-i)	トヨニシキ (Pi-a)
美山錦 (Pi-a, i)	ヒメノモチ (Pi-k)
チヨホナミ (Pi-a)	カグヤモチ (Pi-a)
かけはし (Pi-i)	
ゆめさんさ (Pi-i)	
こがねもち (Pi-a)	

注1) かつこ内は真性抵抗性推定遺伝予型。

注2) あきたこまちは、平成3年に秋田農試から、ササニシキ同様葉いもち罹病性品種と位置づけるべきと報告された（1991北日本病虫研報42）
（岩手県稲作指導指針1995）

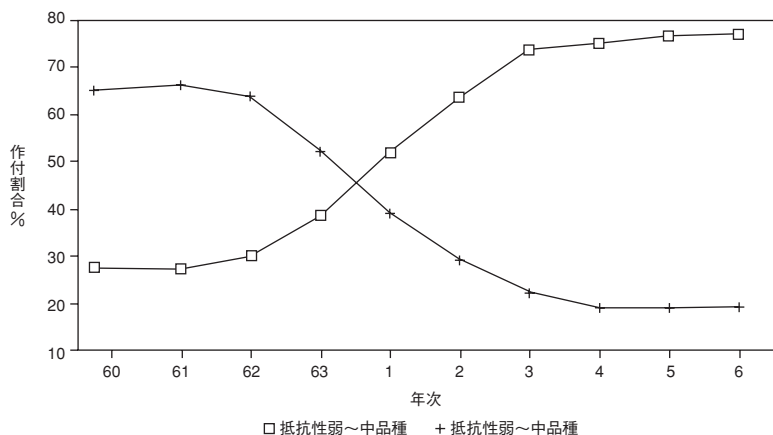


図3 いもち病圃場抵抗性別の品種作付割合の推移 (同上)

2 第一次伝染源の処理

1) 種子対策

いもち病菌は保菌種子や被害わらで越冬し、次年度の第一次伝染源となることは明らかで、古くから指摘されていたところである。このことを証明する手軽な実験法を述べてみよう。先ず穂いもちの目立つ圃場からとった種もみをを用い、これを半日か1日程度水漬けたあとシャーレに濾紙を敷いた上に置くか、水漬けしない乾燥籾をそのまま水を含ませた濾紙上に置くかして25℃程度の恒温器内に2日ほど定置する。それを拡大鏡で調べると籾上に「霜ぶり状」の胞子が沢山形成するのが観察される。とくに籾基部や護穎周辺に形成が多い。さらにそれがいもち病菌の分生胞子であることを確認したい場合は、その部分をかきとり、低倍率の顕微鏡で観察すれば十分である。この手軽な方法を利用して、当

年使用する種子の保菌状況を調査し、種子消毒法や塩水選の徹底などの技術指導に役立てることもできるのである。

水苗代や保温折衷苗代では床面が湛水状態であるために、水中では菌の生育が不適當な環境であって種子伝染の可能性は低かったが、今日のような箱育苗方式では、種子上の病原菌が第一次伝染源として重要な地位を占めるようになってきた。

育苗箱の環境を上記の水苗代等と比較すると、多量の種子を密播すること、薄く覆土して高温、多湿で出芽させること、培土間に適度の空間があつて、通気性もよいこと（粒状培土）等により、発芽後から苗が接触したまま生育するから、はじめごく少数の保菌状態であっても、周辺苗への拡大もあるので発生が目立つようになってくる。

鈴木穂積氏²⁹⁾は糊上に孢子形成を認めた種子のみを供試して、播種したあとの菌の生存について試験した。その概要は次のとおりであった。

1. 罹病種子を播種しても苗もちを起こさない場合が多い。このような苗は健全に見えるが、播種 30 日後の草丈が健全種子苗に比べてやや短い。
2. これらの苗上での菌の生存をみるために湛水状態と畑状態とし、畑状態では覆土の厚さを 0, 0.5, 1, 2 cm とした 4 つの区を設けた。その結果、湛水状態では菌の生存を認めなかったが、畑状態では各区平均して約 30 % の生存がみられた。
3. こがねもちなど 10 品種を用いて調査したが菌生存率や生存部位（調査部位は籾、根基部、鞘葉基部）には品種間差はみられない。
4. 無発芽の罹病種子の播種後における菌生存期間は、湛水状態で 10 日間、畑状態では覆土の有無にかかわらず 30 日以上であった。
5. 抵抗性遺伝子 Pi-a, Pi-k, Pi-i, Pi-z をそれぞれもつうえ、さらに圃場抵抗性強、弱の品種を 1 つずつを供試し、これに非親和性菌型 2 種と、親和性菌型 1 種を接種して得た罹病種子を播いて、播種 35 日後の

菌生存率を調べた。それでは生存率は4～81%と品種、菌型によってかなりの巾があったが、菌型の親和、非親和、品種の園場抵抗性程度とは無関係であった。

6. 以上のことから、罹病種子は苗いもちをおこさなくても、畑状態では菌が生存し、条件が得られれば第一次伝染源となる可能性を持っている。また、非親和性の菌型でも親和性菌型と同様に種子中に菌が潜在していて、第一次伝染源となり得ると考える。

種子に潜伏、付着したいもち病菌によって苗もちが誘発されるとすれば、これをどのような手段で防ぐかが技術対策として求められる。このことについては古くから（水苗代の時代から）塩水選と種子消毒の実施が重要として奨励されてきた。

種子消毒についての経過をみてみよう。

伊藤誠哉・木村甚弥両氏⁸⁾はイネばか苗病に関する研究の中で、ホルムアルデヒド溶液への種子浸漬法が種子伝染病害に有効であると述べ、具体的には種籾は浸種後播種直前にホルマリン100倍液に1時間、または50倍液に30分浸漬消毒して播種すれば種子に被害なく防除できると述べた。そのうえで基礎的実験の結果から、ばか苗病菌は主として種籾といなわらで越冬することを証明し、その第一次伝染源の防除には被害籾の除去、種子消毒、被害いなわらの処分が最も必要であると述べている。

この報告は当然ながらいもち病の種子伝染にはふれていないが、この伝染経路（罹病した種子、わら、もみぐらによる越冬と第一次伝染源のこと）は、そのままいもち病やごま葉枯病にも適用されるものであり、この3種病害の間には差がない。したがって、このあとの種子消毒法の普及に当たっては、いもち病、ばか苗病、ごま葉枯病を含めた処置として取り扱われている。

このホルマリン消毒法は後に改良され、岩手県では次のような方法で行われるようになった。

- 1.種籾は1～2日間浸種したあと水を切っておく。
- 2.50倍のホルマリン液に20～30分種籾を浸漬した後にとり出し、3時間ぬれたむしろで被覆する。
- 3.そのあと水洗いしてから再び浸種し、所定の日数(約7～10日間)おく。

このホルマリン消毒に次いで1937年にドイツから水銀製剤1号(ウスブリン)が輸入されて使用されるようになり、1942年からは国産されるようになってきた。さらに1944年からは水銀製剤2号(メルクロン)が国産品で登場して使用された²⁸⁾。

1949年以降には保温折衷苗代の普及でばか苗病が多発し、さらに1960年頃からビニール被覆の畑苗代の普及でいっそうその発生が顕著となってきて、種子消毒の重要性が高まってきた。保温折衷苗代普及と併せて、使用の簡便化をねらった水銀錠剤の開発が相次いで行われ(例えばウスブリン錠剤、錠剤ルベロンなど)、これは1965年ころまで広く使用されるようになった。

農水省の非水銀系農薬の使用促進についての通達を契機に(1966)、各社の非水銀系種子消毒剤の開発も進んで、1971年からベノミル剤、1973年からチュウラム・ベノミル剤、チュウラム・チオファネートメチル剤が登録され、その翌年からそれぞれ県防除基準に採用された(岩手)。その後もトリフルミゾール剤、ベフラゾエート剤、プロクロラズ剤、イブコナゾール剤が開発されて今日では多数の種子消毒剤が市販されている状況にある。

消毒法も多様化し、大型消毒機の開発による大量種子の処理にむけてた吹付け法の普及や粉衣法、浸漬法などが実用化している。

これまで述べた経過の概要は、主として育苗様式の変化に伴って多発したばか苗病を中心として展開してきたが、現在では種子伝染によるいもち病の発生や、各地で多発している細菌病類の完全な抑制をねらった

種子消毒剤、消毒法の開発に問題が移行しつつあるように考えられる。農家の実体をみると、処理法の簡便化が重要課題であるから出来れば1剤でいもち、ばか苗、ごま葉枯、粉枯細菌、苗立枯細菌病のすべてに有効な薬剤と使用法の開発が待たれる。

2) もみがら、被害わらの処分

本病の第一次伝染源についてはすべてに述べた。

それに関与するものとしては、種子といなわら、もみがらをあげておいた。

この項ではさらに補植用の残り苗の処分についてもふれることにする。

(1) 被害わらの処分

手刈りによってイネが刈取られていた時代には、水田に放置されるわらの量は少なかった。この時代に水田上に散乱しているわら上で菌が生存し、越冬するかどうかを発生予察事業の一環として調査した経過がある。それによると東北地方では菌の越冬は不可能とされたが、これは冬季の積雪、地表凍結などによるためと結論された。現在はコンバインによる収穫が主体であり、わらは細断されてもみがらと共に水田上に放置される。それは収穫作業が終わった後もしばらくは堆積されたままで放置される場合があるので、前述の手刈り時代のような少量わらの放置散乱とはかなり条件が違うと考えられる。このような視点から山形農試、三浦氏ら¹⁵⁾は15 cm, 1 mに堆積したわらでの菌の越冬調査を実施している。それによると15 cm堆積では上面や内部に罹病穂を置いても越冬は認めないが、高さ1 m堆積わら内では内面(地上80、50、30 cm)に置いたときに越冬が可能であると述べている。この試験の最終調査は、翌年4月13日(1973年)、4月20日(1974年)であるから、東北地方では田植のための代かき作業頃に当たる。したがってこの直後の苗移植では、条件によってはここか

ら苗の感染の可能性は十分に考えられる。この試験結果から、さらに追跡を展開して、代かき後の消長、代かき作業で畦畔にうち上げられたわら上での生存の可能性と消長、わらの秋鋤き込みと春鋤き込みの関係などを明らかにしてほしいものである。わらの室内貯蔵では乾燥状態に置かれるために、菌の生存は長く、越冬に好適している。ハウスや納屋に格納したわらを春になってから使用する際は、育苗場所や水田の近くで使用することは最も危険である。

このことに関しては次のような調査がある。

秋田県防除所・深谷富夫氏⁴⁾は、水田周辺の転換畑でスイカ栽培した圃場が敷わらされていることに注目した。この周辺水田では早期にいもちの発生を確認したが、それは6月19日と6月24日の2回に感染したと推定、いもち病斑 (pg,ypgの2型形成) からの感染期推定と一致したと述べた。また、かぼちゃ、みょうが、きゅうりにも敷わら、籾がら利用のケースが多いが、これは水田に近い場合にもいもち病の伝染源として重要であると指摘している。

また、岩手県農試武田真一氏³⁰⁾は、育苗ハウス周辺における籾がら、わらからのいもち病菌分生胞子の捕捉を行い、下屋保管のいなわら (節いもち)、ビニールハウス裾のビニール隙間の籾がら、ハウス脇の堆積籾がら等から胞子を捕捉したと発表した。この調査結果は、平成8年度稲作指導指針・岩手県¹³⁾ (1996年2月) に掲載されて、関係者に注意を喚起した。

その概要については次のように記載されている。

イ：近年の多発原因

1. 葉いもちの早期多発の原因は取置き苗放置や「持込み」

ア) 略

イ) 育苗施設内や周辺にある乾燥状態で保管された被害わらや籾殻から、育苗中に胞子が飛散し、田植え前の苗に感染するので、育苗施設ではわ

らや粉を放置しない。野菜栽培や家畜敷き料等でわら・粉がらが周辺にある場合は、育苗期間中にいもち防除剤の莖葉散布（播種後2葉期ごろから7日毎に1～2回）を行い、苗への感染を防ぐ。としている（表6参照）。

このような育苗ハウスとわら、粉殻貯蔵の場所の関係は、育苗管理のうえから住宅周辺に設置されるケースが多いので、止を得ない面もある。防除は育苗期の薬剤散布が最も適切であると考える。

（2）残り苗の処分

全国的な傾向であるがいもち病の初発は、畦畔上に放置された箱育苗の残り苗や、水田内の隅に置かれた補植用苗で発見されることが多い。その原因はこれらの苗では長く密植状態にあるために苗葉上の水滴が乾きにくく、長時間の結露のため若干低温の時期でも胞子の侵入感染を許すためと考えられる。このような残り苗、補植用苗から定植された本田イネに伝染し、葉いもちの蔓延が始まった事例は多数にのぼる。前に述べた私の体験もその一例である。

このような放置した残り苗や補植用苗は、本田の活着や欠株の補植が終り次第すみやかに処分するのは当然であるが、それについてもちょっとした工夫があれば、その処分の成果が挙がるので実行を勧めたい。

箱苗は箱から引き出された後も長く生存しているので、これをそのまま根部を下に、莖葉を上にして畦畔上に放置しても枯死しない。また、補植用苗を本田から取り出してそのまま放置しても結果は同じである。目的は葉身にいもち病斑を形成させないことと、形成しても胞子の飛散を妨げることであるから、引きあげた苗を逆さにし、根部を上、莖葉（地上部）を下にすることが有効なのである。現場を巡回してみると、このことを励行しているのは意外と少ない。

また、これらの苗は穴を掘ってそれに埋め込むことが最良の方法であるが、現状では入手にかかる作業でもあるので実行が困難かも知れない。

上述の作業は個人で行ってもあまり効果は出てこない。一集落単位か水田の団地単位で実施してはじめて有効であるから、協議のうえ日時を決めて一斉に実施することをすすめたい。

岩手県内のある農協では、農協営農指導員、普及員をはじめ関係機関、団体の協力を得て全域を巡回し、定められた時期までに補植用苗が水田から取り除かれているか否かを調査している。そのうえで未だ始末のしていない農家があればそれを指摘して、早急に除去するように指導している。

3) イネ科植物の伝染源としての重要性

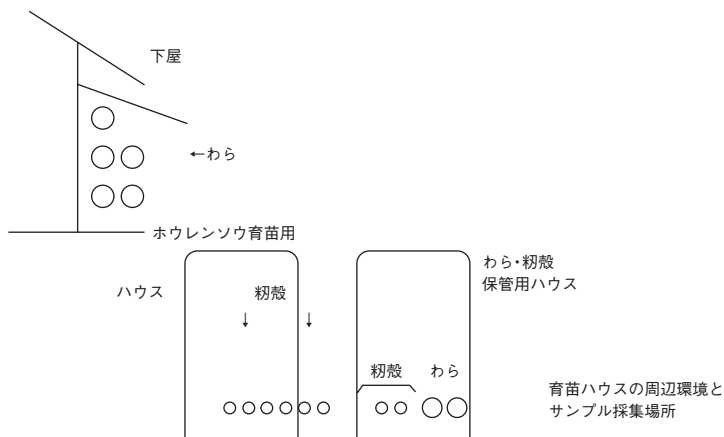
日本植物病理学会報 62 巻 3 号（1996 年 6 月）ではワイルドライス（アメリカマコモ）を栽培した東北大学付属農場（宮城県鳴子町）で、イネいもち病菌の感染で発病したことを報告している。²⁰⁾ ワイルドライス上の胞子をイネに接種した場合、新 2 号、愛知旭に発病した点からレースは〈003〉と判定されたと述べている。そのほかにヒロハノウシノケグサ、ネズミムギ、オオムギ、トウモロコシ、クサヨシでも葉上に病斑が形成され、分生胞子も形成されたと報じている。

ワイルドライス（アメリカマコモ）は近年の食生活の多様化で、副食として需要の増加が見込まれることから、転作水田跡地に有望な作物として注目されているという。今後イネいもち病との関連でその取扱いには十分な注意が必要である。

表6 育苗ハウス周辺から採集した籾がら・わらからのいもち病孢子捕捉数

(H7.S町、農試調査結果)

No.	農家	サンプルの内容	孢子捕捉数
1	A	下屋保管わら (節いもち)	2
2	B	ハウス脇堆積籾がら (H6産?)	0
3		ハウス籾がら、わら (H5産?)	0
4	C	ハウス裾ビニール隙間の籾がら	0
5		◇	7
6		ハウス脇堆積籾がら (H5産?)	7
7		◇ (H6産?)	0
8		籾がら堆肥 (野外堆積)	0
9		◇ (ハウス脇散乱)	0
10	◇ (野外堆積)	0	
11	D	ハウス裾ビニール隙間の籾がら	15
12	対照	H7産罹病籾	1,457



(平成8年度岩手県稲作指導指針 1996)

3 地力の増強

堆厩肥や稲わらの施用は土壌の物理、化学性を改善し、珪酸吸収率を高めていもち病の発生を抑える効果がある。しかし、それが多すぎると窒素供給量を高めて逆に発病を増加させることもある。現在では目にすることも少ないが、一筆の水田内で葉色が濃く生育量のまさる地点が散在することがある。そこは堆肥を長期間置いた場所であり、窒素量が他よりも多い場所である。そこではいもち病の発生が早く、その量も多いのが通例だ。

そのような特殊例は別としても、一般に堆厩肥はその過用は避けながら土壌に適合した適量を連年施用して、窒素、珪酸肥料のバランスのとれた施肥によりいもち病発生防止に役立てていくことが必要である。

地力を高める唯一の手段は堆厩肥等の有機物施用が基本である。堆厩肥の施用は単に肥沃度、地力窒素など養分の供給だけでなく、根の健全化、養分の総合供給機能の強化、生理機能拡大等によって低温抵抗性、緩衝能が向上していることも重要な効果として評価しなければならない(表7)。

珪カルは珪酸自体によるいもち病菌の侵入と伸長抑制の効果を持つとともに、窒素吸収を低下させて発病を抑制する効果の2面を有している。したがって基肥にこれを用いてイネのいもち抵抗力を高める効果を期待するものである。

橋本晃氏ら⁵⁾は福島農試で耕種的手段と薬剤散布の組合せによる防除効果の関係を知るために、珪酸石灰(珪カル)の施用、窒素肥料の減量と薬剤散布を総合的に組合せた処理でいもち病発生量との相互関係を検討した。

因子とした内容は、耕種的処理として窒素多肥区(基肥8kg、追肥3kg/10a)、少肥区(同4kg、1kg)を設け、さらに珪カル施用区(200kg/10a)、

無施用区を設けた。薬剤散布として葉いもち防除に散布（A）、穂いもち防除に（B）を設け、散布（A）は葉いもち初発期と蔓延期の2回散布、散布（B）は穂孕期、穂揃期の2回散布とした。さらに日照不足に伴ういもち多発現象からこれに遮光処理を加え、寒冷紗による遮光区と無遮光区を設け、6月下旬（6月18日～26日）と出穂2週間後にあたる8月22日～9月1日の各10日間処理した。

この試験で得られた資料は2k型直交表実験の解析プログラムにより分析した。

それらのうち穂いもちについての主効果別の平均値の経時変化と、2因子交互作用について図示（4、5）したが、珪カル施用に関係した点だけをみると次のような結果となる。

- 1.珪カル施用区は無処理区の病穂率平均24.1%に対して14.7%であり、発病抑制効果は認められる。
- 2.交互作用では珪カル施用による穂いもち発病の抑制程度は遮光処理区で高い。したがって多発しやすい環境下では珪カル効用効果が高いと言える。
- 3.また、穂いもち対象の薬剤散布では、珪カル無施用区でその効果が高い。

以上珪酸のいもち病防除効果についてふれたが、その珪酸が防除に有効に作用するためのレベルは、穂満期の葉身で珪酸含有率8%以上、穂で7%以上であるともいわれている。

珪酸は灌がい水中に含まれ天然供給されるが近年減少しているという気になるデータがある。すでに紹介したように、若手県内の主要ダムから灌がい用に使用されている河川の珪酸含量は従前にくらべてすべて減少していることが明らかになっている。

御所、山王海、田瀬、豊沢、湯田、石淵、岩洞ダムから引用している灌がい水の珪酸含量（各採水地点の分析値平均）は、昭和54～57年の

調査値 14.4 ppmに対して昭和 63～平成 3 年では 9.9 ppmとなり、大幅に減少しているのである。

このような実態の中で、灌がい水中の珪酸濃度がとくに低い水系として田瀬ダム水系、和賀川・胆沢ダム水系、江刺市周辺河川水系をあげて、これらの地帯では珪カル 10 日当り 150 kg 程度の連用が必要であると指摘している¹³⁾。

上記の実態に加えて、農業従事者の高齢化により、重量のある珪カル肥料の取扱いが困難となり、水田への施用が減少しつつあるという現状も無視できない。近年の圃場抵抗性弱品種の作付増加をみると、珪酸肥料の多投こそが必要であるが、実態は逆方向に進行しつつあるのは寒心に耐えない。

深耕は多収水田の基礎条件といわれ、かつて米作日本一の競励会では農家の大半が深耕を行っていた実績があった。

この深耕といもち病発生の関係を検討した試験例は少ないが、東北地方では福島農試のいもち病指定試験で中川九一氏による研究実績がある¹⁹⁾。

その概略は次のようであった。

1. 試験区の構成は、浅耕区（耕深 15 cm、堆肥 112.6 kg/a）、深耕 1 区（同 30 cm、112.5 kg）、深耕 2 区（同 30 cm、225 kg）とし、その各々に普通肥と多肥区（化学肥料 50 %増）を設け、品種農林 21 号とササシグレを供試した。
2. いもち病の発生は深耕 1～2 年では処理間の差が不明だが、3 年目以降に顕著な傾向がみられる。
3. 葉いもちは浅耕区で多発し、深耕区より発病率が高い。病斑型も伸展性が多い。多肥区は普通肥区より多発した。
4. 以上の関係は 3 年の試験期間を通じてほぼ同様だが例外として深耕区（ササシグレ）でやや多発したケースもある（1 年のみ）。
5. くびいちは葉いもち発生と平行して浅耕区で多い。これはササシ

グレで顕著である。

6.節いもちは浅深区で多発したのは3カ年うち1年のみ（1959年、ササシグレ）であり、他の2カ年では区間の傾向が一定でなかった等の結果であった。

表7 低温年における堆厩肥施用の効果

土壌 (場所)	化学肥料 (N-P-K)	堆厩肥 (t/10a)	全平均		冷害年		良好年	
			玄米収量	指数	玄米収量	指数	玄米収量	指数
多湿黒ボク土 (農試本場)	10-30-12 ◇	無施用	490	100	444	100	468	100
		1~2t	509	104	486	110	547	117
褐色低地土 (県南分場)	4-12-10 ◇	無施用	577	100	548	100	572	100
		1.2t	603	105	581	106	608	106

注) 多湿黒ボク土；昭和38～63年、褐色低地土；昭和44年～63年 (平成7年度岩手県稲作指導指針1995)

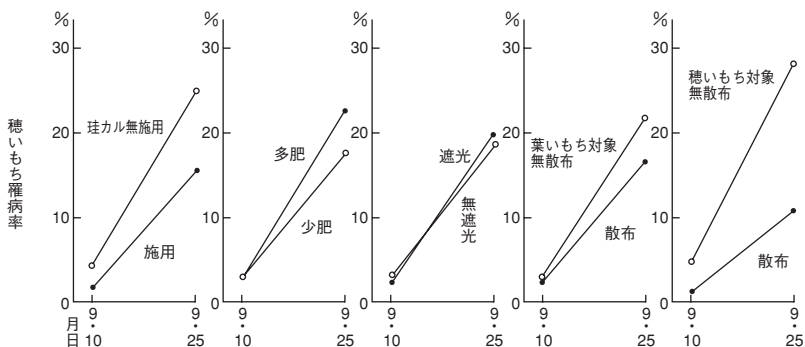


図-4 穂いもちの主効果別平均値の経時変化（試験1）

(橋本晃ら)

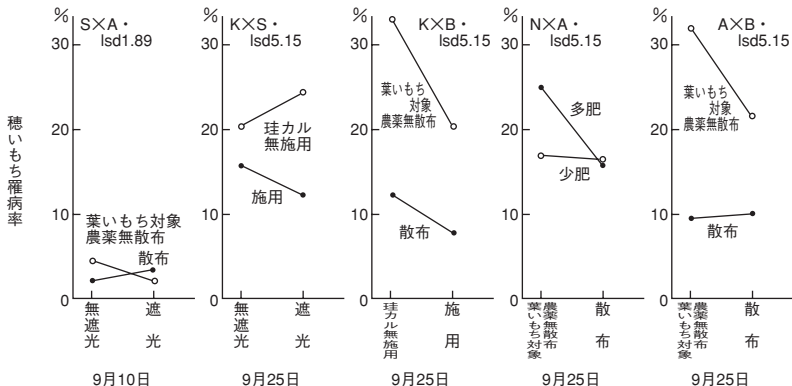


図-5 穂いもちにおける二因子交互作用（試験1）

(同上)

一般に収量性を検討するとき、土壌が肥沃で作土も下層土も地力差のない圃場では多収を望めるが、一般的には深耕によって肥沃度の劣る下層土が作土と混入して、初期生育が抑制されるので、これに伴って葉いもちの発生も抑制的に影響するとみられている。さらにこのことから穂いもち発生にも影響すると考えられる。

土壌条件によってその傾向は一様でないから、地域ごとに試験して結論されるのが筋であろう。

4 薬剤による防除

1) 農試における農薬試験の取組

第二次世界大戦から終戦後しばらくの間は肥料事情が極度にひっ迫し、このためかろうじて堆厩肥を主体とした自給肥料によって稲作が行われてきた。このため生産力が低く、病害虫の発生も少なく、被害もごく軽微なものであった。

窒素肥料の使用量をみると、1937～1940（昭和12～15年）を100とした場合、1943年（昭和18年）74、1945年（同20年）30、1947年（同22年）46、1949年（同24年）80、1950年（同25年）90を示し、この時期は戦前の使用レベルまでに達していない。

1952年（昭和27年）ころからはようやく肥料事情も好転し、保温折衷苗代の普及と相まって、早植多肥栽培が行われ、積極的な増収栽培が行われるようになってきた。

1953年（昭和28年）に至り、この年の7月からの多雨少照の気象経過によっていもち病の大発生となり、戦後初の激発で各地に被害を生じた。この年の発生面積は葉いもち18,000 ha、穂いもち13,000 haに達し、それまでの平年発生量の3倍以上を記録した。¹¹⁾

しかし、この多発生時においては今日のようないもち防除剤がなくて、防除のための薬剤散布はほとんど行われていない。

1951年にいもち防除剤の効果を御明神村（現雫石町）ではじめて試験した。銅剤が主体であったが水銀剤として種子消毒用のウスブルンを1,000倍にして散布し、8斗式石灰ボルドー液、散粉ボルドー、王銅粉剤と比較した。この水銀剤の効果は顕著で対照剤にまさる結果を得た。しかし、ウスブルン液散布では茎に対する葉の付着角度が広がり、横に

開いた草型を呈した。これは薬剤散布の影響と判断した。

いもち病に対して水銀剤を使用して試験をしたのはこの時が最初である。

これに先立ち、当時イネ病害では重要な位置にあった小粒菌核病の防除にセレスアンを使用したのは1949年（昭和24年）で、これがわが国で最も早い水銀剤の使用である。¹⁰⁾ この後も引続き小粒菌核病防除にセレスアンを使用して試験したが、1951年にはセレスアン200匁と消石灰を1：5の割合に混合して散布し、高い防除効果を得ている。このことを応用して翌1952年にはいもち病防除にはじめて試験を開始した。水銀粉剤によるいもち防除試験はこの年から全国的にはじめられたが、高知農試では1949年から試験され、またこの結果から1952年には中国・四国地方各農試でセレスアン石灰によるいもち病防除実用化の連絡試験を実施して、その効果がすぐれていることを確認している。

これらの試験経過から1953年のいもち病多発生には実用を期待されたが供給量が不十分で、ほとんど使用されていない。本格的な使用は翌1954年からとなった。

1954年からセレスアン石灰の本格使用と平行して、新しい有機水銀化合物のいもち剤開発が相次ぎ多くの薬剤が使用されて、しばらくはいもち防除剤の主流を占めた。

1954～1957年の4年間にわたり農林水産省連絡試験がはじめられ、「水稻に対する有機水銀散布剤の経済効果ならびに使用方法の検討」のテーマでセレスアン石灰2kg、4kgの比較、さらに収量、品質の検討、引続いてフミロン錠、PMF、リオゲン等の新剤も供試して詳細な検討が行われ、水銀剤使用場面での基礎的研究が実施された。この試験には岩手農試をはじめ、北海道、福島、東京、奈良、岡山、高知、福岡、熊本農試が参加している。

1960年には非水銀剤としてはじめてブラエス水和剤（抗生物質）が

登場、1963年までに大規模試験などの検討がなされた。

1963年から同じく非水銀剤である5B（有機塩素剤）が、また1964年にキタジンA,B乳剤、粉剤、1965年にプラスチン（有機塩素剤）、カスガマイシン（抗生物質）等が相次いで登場して試験された。このうちカスガマイシン剤（カスミン）では散布法とともに新しい処理法として種子塗抹法、土壌灌注法、土壌施用法（粉剤）、苗浸漬法など茎葉散布によらない処理法が試験されて注目された。

1967年から1969年には主な薬剤を使用して耐雨性の試験が行われ、散布前、後の降雨と効果の関係を検討した。

さらに1970年からはオリゼメート+カスミン剤、キタジンP粒剤の水田施用法などが試験され、1971年からは微粒剤の航空機による散布、1973年から同じく航空機による微量、少量散布によるいもち、紋枯病同時防除試験が実施された。これより先1967～1966年には農林水産航空協会の委託によりカスミン剤による微量散布の実用化試験が都南村見前（現盛岡市）の水田で行われた。

それまでは岩手県内における航空散布は粉剤は2.5 kg/10 a、液剤は3 L/10 a散布が主体であったが、この試験結果から1回目の100 mL/10 a、2回目150 mL/10 aを基準としてカスミンLの散布に改められ、散布能率が大幅に向上するとともに、散布料金も節減され、事業推進に大きく貢献した。ちなみに当時の航空散布における経費（薬剤費、散布料金、その他の合計）を比較してみると表8に示すとおりである。粉剤、液剤少量散布と微量散布が同時に行われた1969、1970年の実績をみると327円：282円、345円：286円になっていることから約2割安となり、当時最も有利な防除法であることを物語っている。また、散布能率も粉剤、液剤（少量）散布時の1日当たり作業能率が130～150 ha（1968年まで）であったのに対し、一部微量散布（面積率で25%）が導入された1969年は175 haとなり、ほぼ全域が微量散布に統一された1971年には356 haと飛躍的に向

上した。前記散布料金の節減と相まって、農家の全面的な同意のもとに液剤による微量散布方式が発展していった。この岩手県の切替は直ちに東北各県にも普及した。

1982～1983年にはオリゼメート粒剤の航空散布による葉いもち防除試験を全国に先がけて実施した。1982年には少発生のため判定は翌1983年にもち越しされた。それによるとオリゼメート粒20%剤10kg/ha航空散布区は病株率4%、病葉率0.1%、防除価95を示し、同剤(8%)の地上散布区(3kg/10a)の8%、0.2%、89を上回る好成績を得た。このときの無散布区は72%、1.9%であったから実用性は高いと判定した。

1985年以降においては、時代の要請や農薬環境等の変化により、使用法の簡便化(パック化)、他病害虫との同時防除(混合剤化)、育苗箱処理による本田発生の防除、側条施肥田植機による施薬法など省力化を最重点とした新しい使用方法の開拓、環境への影響、安全性等に配慮した薬剤の選択が命題になってきた。したがって防除基準に採用される薬剤も従来よりは少なくなり、「出入り」の少ないものとなっているのが特徴である。

1985年から1996年までの期間に防除基準に採用されたものは新しい使用方法採用に伴うものを含めて8剤、削除2剤でその動きは従来より少ない。

表8 空中散布における経費比較

項目		年次		44年		45年		46年
		40年	42年	粉(液)	微量	粉(液)	微量	微量
薬剤費		133 円	184 円	181 円	164 円	186 円	163 円	153 円
散布料		127	122	123	106	135	108	118
その他		27	24	23	12	24	15	16
計		287	330	327	282	345	286	287
地上防除	液剤	250～265	280～308	300～330		300～350		350
	粉剤	260～280	280～340	300～350		310～360		360

注) いもち病を主とした10アール当たり1回防除の経費である。(岩手県植物防疫20年のあゆみ 1972)

2) 主ないもち防除剤の性質、使用法など

「平成8年度病害虫防除基準；岩手県」に登録されているいもち病防除剤をあけると概略は次のとおりである。

1. 苗いもち；播種前～育苗期全般…塩水選、種子消毒、覆土による粉の露出防止、伝染原の整理。莖葉散布はラブサイド、ビーム、カスラブサイド各水和、ゾル、フロアブル剤、1000倍、20 mL/箱散布
2. 葉いもち；移植前日～当日…ビームガゼット粒 55, 50 g/箱施用、6月下旬（初発約10日前）…水面施用、オリゼメート粒、コラトップ粒 5.3 kg/10 a施用、初発から状況に応じて1～数回…カスミン、ラブサイド、ブラエス8、ヒノザン、キタジンP、フジワン、ビーム、ブラシン、ノンブラス、フジワンブラエス、ヒノラブサイド 35 各粒剤と上記液、乳、水和、ゾル剤 1,000 倍液散布、水面施用オリゼメート、コラトップ粒剤 3 kg/10 a施用。
3. 穂いもち；出穂 20～10 日前…水面施用、フジワン粒 4 kg、キタジンP粒 5 kg/10 a。出穂 20～5 日前水面施用…コラトップ粒 5、フジトップ粒各 4 kg/10 a。出穂直前、穂満期、穂揃 1 週間後莖葉散布は葉いもちに準ずる。

以上は原記載のとおり商品名をあげたが、この主なものはその特性を農薬ハンドブック 1994 年版（日本植物防疫協会）から紹介する。

〈有機塩素系殺菌剤〉

フサライド剤（商品名ラブサイド）

1970 年登録、付着器の穂体侵入能を阻害する作用があり、それはメラニン生合成阻害によることが明らかにされた。予防効果と浸透移行性

が認められている。製剤にはフサライド水和50%、80%（ラブサイトエアー）、ゾル剤20%、25%含有等がある。他に紋枯病防除との混合剤が多い。強アルカリ性剤との混用はさけること。

〈有機リン系殺菌剤〉

IBP（キタジンP）

1967年登録、いもち病菌に対しては孢子発芽抑制と菌糸生育阻止作用であり、予防効果と浸透移行性もある。粒剤は水面施用剤として登録、根と葉鞘部から吸収され、施用7～14日後にピークに達する。製剤はIBP粒17%、粉剤2%、3%、粒粉剤3%、乳剤48%がある。

EDDP剤（ヒノザン）

1967年登録、いもち病菌に対しては孢子発芽阻止、菌糸進展阻止、孢子形成阻止作用をもつ。薬剤付着部では稲体によく浸透するが移行性は弱い。ごま葉枯病菌による穂枯れに有効。製剤はEDDP粉1.5%、2.5%、水和剤30%、乳剤30%等があり、他に混合剤も多い。

〈その他の合成殺菌剤〉

プロベナゾール剤（オリゼメート）

1974年登録、いもち病のほか白菜枯病、もみ枯細菌病、きゅうり斑点細菌病など野菜細菌病にも有効なのが特徴。いもち病に対しては水面施用、根部浸漬、土壌混和、土壌かん注の処方で防除効果がみられる作用特性として水中に広く拡散して根部、葉鞘から吸収されて地上部に浸透移行し、いもち病に対し侵入阻止、菌糸生育阻害、病斑拡大阻止、孢子形成阻止、付着器形成阻止、孢子発芽阻止作用を有する。いっぽう本剤は直接的な抗菌作用はほとんど認められない。生化学的実験の結果、処理したイネは無処理区に比較してももち感染時に形成される抗菌物質が多いこと、パーオキシターゼなどいもち病抵抗性に関連する酵素の活

性が高まることが報告され、このことから殺菌剤というよりもむしろ対病原菌抵抗性誘導剤といえるものである。したがって、予防的散布が有効であり、効果の持続性が長く、かけ流し、漏水など水田から有効成分が流出しない限り安定した防除効果が得られる。製剤はプロベナゾール粒剤 8 %、20 % 剤がある。地上散布（水面施用）は現在のところ 8 % 剤 3 kg/10 a を、航空散布は 20 % 剤 1 kg/10 a をそれぞれ葉いもち初発 7～10 日前に施用する。その他ではいもち、白菜枯、もみ枯細菌病防除に育苗箱 1 箱当たり 20～30 g（8 % 剤）、ピーマン斑点病に定植時 5～10 g/株、きゅうり斑点細菌病 6～7.5 g/株定植時、レタス腐敗病、斑点細菌病 6～9 g/株定植時施用などの使用方法がある。

イソプロチオラン剤（フジワン）

1974 年登録、散布のほか水面施用法がある。いもち病菌の孢子発芽には影響がなく、付着器形成以後の侵入菌糸進展を阻害する。本剤の作用機作は有機リン殺菌剤と同じリン脂質合成阻害であると考えられる。

粒剤は育苗中の低温による根の吸収能低下や蒸散の増加など吸水と蒸散の不均衡によっておこるムレ苗（生理的な急性萎ちょう障害）にも有効である。製剤はイソプロチオラン粉 2.5 %、粒剤 12 %、水和剤 40 %、乳剤 40 %、30 % のほか混合剤がある。

トリシクラゾール剤（ビーム）

1981 年登録、培地上での抗菌力はそれほどではないが、稲体への浸透移行性があり、イネのどの部分からも吸収、分布して菌の侵入を防ぐ。本剤の作用機構はメラニン合成阻害と考えられている。予防的に散布すると効果的である。製剤は粉剤 1 %、粒剤 4 % は育苗相 50～100 g/箱施用であるが、移植～発病までの期間が 40 日を超える場合は 75～100 g/箱施用する。この時期が極端に長い地域では散布剤で補完する必要がある。水和剤 20 %、75 %、8 %（ビームエイトゾル）などがあり、その他紋枯病防除等の混合剤がある。

ピロキロン剤（コラトップ）

1985年登録、いもち病菌のメラニン生成を阻害し、有害な中間体を蓄積させる作用がある。その結果菌糸の稲体への侵入が阻止され、病斑上の孢子形成も阻害されるという。製剤はピロキロン粒剤2%、5%、10%剤がある。箱育田では2%粒剤を60～80g/箱施用、本田では5%粒剤を3～4kg/10a、1～1.5kg/10aを航空機で散布する。混合剤もある。

フェリムゾン剤（フサライド混合でブラシン）

1991年登録、イネ病害に対し作用性の異なるいもち防除剤との混合剤として適用が認められている。広い抗菌スペクトラムを有し、いもち病に対しては発芽管伸長、付着器形成、菌糸生育、孢子形成を阻害する。フェリムゾン・フサライド水和剤（ブラシン水和剤）は30%、20%含有、1000倍液を散布する。いもち病のほかごま葉枯、穂枯れ、変色米に適用がある。また、20%+15%含有で航空散布に用いられる。

〈抗生物質殺菌剤〉

カスガマイシン剤（カスミン）

1965年登録、微生物化学研究所が奈良春日神社境内の土壌から分離した放射菌*Streptomyces Kasugaensis*の培養ろ液から発見した抗生物質である。イネ体内へ浸透移行していもち病菌の生育を阻害する作用があり、キャプタン剤と混合してトマト葉かび病にも有効である。作用機構はタンパク合成阻害、とくにタンパク合成開始阻害と考えられている。アルカリ性農薬との混用はできない。単剤の連用で耐性菌が出現した例がある。製剤はカスガマイシン粉0.2%、0.3%含有、3～4kg/10aを発病直前～初発時に散布する。粒剤は2%含有、もみ枯細菌病、苗立枯細菌病に播種前使用土壌約5Lに30g/箱、覆土前に同じく15～20g、覆土1L当り15～20gを施用する。液剤2%は播種後覆土前に4～8倍液50mL/箱散布などの処決がある。また、微量散布用カスガマイシン剤

(カスミンL) 3%、水和剤2%等のほかフサライド混合剤、銅との混合剤(カスミンボルドー、カッパーシン)など多くの混合剤がある。

3) いもち病の発生経過と防除体系

前述の各薬剤を用い、いもち病を効率的に防除するためには、各地域における発生経過を十分に把握し、それに適合した防除体系を策定して、無駄のない効果的な防除の実効をあげるようにしなければならない。これまでに各地域や県ごとの防除体系は数多く示されている。東北地方に關係するものの主なものは次のとおりである。

1. 山口富夫；いもち病の発生相と薬剤防除体系(稲いもち病 P. 328, 1987)
2. 鈴木穂積；東北地域のいもち病の発生推移と防除体系(いもち病・白葉枯病の新しい防除法 P. 18,オリゼメート普及会 1981)
3. 渡部茂；各種剤型、防除方法による体系(模式図)(同上誌P. 50)
4. 武田真一；剤型、防除方法によるいもち病防除体系(模式図)(オリゼメートのあゆみ P. 22,明治製菓(株) 1995)
5. 岩手県編集；主ないもち病防除体系(平成8年農業べんり帳P. 49, 岩手県農業改良普及会 1996)
6. 井上徹；いもち病防除体系(いもち病・白葉枯病の新しい防除法 P. 18,オリゼメート普及会 1981) 等である。

これ以外にも県単位や市町村、あるいは農協ごとにそれぞれの発生推移に応じた防除の基本的な体系がつけられている場合がみられる。

いっぽういもち病の発生状態は毎年異なるのみならず、栽培法の変化、管理の手抜きなどによって、これまでとは異なった発生消長をたどるようになってきたことに注意しなければならない。とくに近年はその傾向が強く、気象条件よりも人為的な影響がみられるようになってきた。例えば箱内感染に由来するとみられる本田期の葉いもち早期発生の現象が

それである。

この原因解析は十分に行われているとは思わないが、とにかく6月中旬までに本田で早期発生するのは苗からの持込み、補植用苗からの感染という説明がなされている。箱内感染苗は移植時には病斑を形成している発病苗と、病斑を形成していない潜伏苗に分けられるが、ともに本田移植後それが伝染源となって早期にまん延をみるケースがしばしばみられる（1994、1995年）。発生予察関係用語の解説で述べた感染好適条件（おおまかには最低気温15～16℃、夜間の葉のぬれが10時間以上継続している状態をさす）が平年より早く到来する年はそのまま早期の発病、まん延となるから、6月中旬以降（田植約1ヵ月後に相当）の気温、とくに夜間温度＝最低気温の推移に注意し、それが例年よりも早く来た場合は早期発生が確実だから、したがって葉いもち多発生、また、このことにより穂いもちの被害多を覚悟しなければならない。参考までに最低気温の平年値を「岩手の気候概要、岩手県気象平年値表」からひらってみると次のようである。

- 1.日別最低気温平滑平均値、15℃～盛岡6月26日、富古7月3日、軽米7月11日、江刺6月19日。16℃～盛岡7月4日、宮古7月11日、軽米7月15日、江刺6月26日。
- 2.半旬別最低気温平年値、盛岡6月6半旬15.7℃、雫石6-6, 15.1℃、北上6-4, 15.2℃、水沢6-5, 15.3℃、千厩6-6, 15.4℃、遠野7-1, 15.1℃等である。

このことから到達温度の平均値がわかったので、当該年が平年よりも高目に推移しているか否かをこの時期の気象予報から承知するとともに、夜間の風（イネの葉が水滴を保持できるかどうか）と雨に注意すれば個人でも葉いもち初発は予測できる。

さて、岩手県では苗代感染防止のための防除として育苗期に莖葉散布をすすめ、これを防除体系の中に示している。本葉2葉期から7～10

日おきに2回程度茎集散布するとし、ラブサイド、ビーム、カスラブサイド水和剤、ゾル、フロアブル名1,000倍液20mL/箱散布がその内容である。防除体系5つのタイプのすべてに追加防除として位置づけられている(表9参照)。しかし実際は散布が行われていないのが実状である。

関係する機関や組織が防除体系を示し、具体的な防除方式を農家に提供する目的は、

- 1.最も防除効果のあがる散布時期、方法、薬剤などを示すこと
- 2.省力的、経済的な防除であること
- 3.環境等への影響に配慮していること
- 4.イネ栽培方式、品種、気象経過からみて特に異常発生のない範囲であること、特異的な発生が心配される場合は発生予察情報によりの確な防除対応を示すこと等を前提としているものと考えられる。

岩手県が平成8年度稲作指針にかかげた防除体系5つの内容を表に示したが、それぞれ以下の説明が付されているのでそれを記載する。

[体系1.茎葉散布による防除]

6月上旬から取り置き苗を中心に早期発見につとめる。発生があれば防除要否診断の目安により散布する。穂いもち防除は出穂前と穂満期の2回が基本、葉いもち多発、低温等で出穂遅延では穂揃1週間後の追加散布。

[体系2.葉いもち一粒剤水面施用、穂いもち一茎葉散布による防除]

6月5半旬にプロベナゾール粒(オリゼート粒)、またはピロキロン粒の水面施用、取り置き苗の発病時の処置、穂いもち対応は体系1に同じ。

[体系3.葉いもち一粒剤水面施用、穂いもち一粒剤水面施用による防除]

6月5半旬にプロベナゾール粒(オリゼート粒)、またはピロキロン粒の水面施用、穂いもちは出穂25～5日前の粒剤施用、その他は体系1,2に同じ。

[体系4.葉いもち一粒剤育苗箱施用、穂いもち一茎葉散布による防除]

表9 主ないもち病防除体系

凡例： ：基本防除 ：追加防除 *1～*8：留意事項

防除体系	4月		5月		6月			7月			8月			9月
	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	下
I 茎葉散布	(育苗期) 茎葉散布による育苗期防除 *1		取り置き処分*2					(葉いもち) 茎葉散布 *3 (急増期から7～10日毎に1～3回)			(穂いもち) 茎葉散布 ◎ ◎ ○*4 出穂直前 穂揃期 穂揃1週間後			
II 葉いもち一粒剤水面施用 穂いもち一茎葉散布(地上又は航空防除)								(育苗期) 茎葉散布による育苗期防除 *1		(葉いもち) 粒剤水面施用 *3 (6/20～25ごろ)			(葉いもち) 茎葉散布 *6	
III 葉いもち一粒剤水面施用 穂いもち一粒剤水面施用	(育苗期) 茎葉散布による育苗期防除 *1		取り置き処分*2			(穂いもち) 粒剤水面施用 *3 (6/20～25ごろ)				(穂いもち) 粒剤水面施用 *7 (出穂20～25ごろ)			(穂いもち) 茎葉散布 ◎*7 穂揃1週間後	
IV 葉いもち一粒剤育苗箱施用 穂いもち一茎葉散布(地上又は航空防除)						茎葉散布による育苗期防除 *8 (移植直前)		取り置き処分*2			(葉いもち) 茎葉散布 *8			(穂いもち) 茎葉散布 ◎ ◎ ○*4 出穂直前 穂揃期 穂揃1週間後
V 葉いもち一粒剤育苗箱施用 穂いもち一粒剤水面施用	茎葉散布による育苗期防除 *8 (移植直前)		取り置き処分*2			(葉いもち) 茎葉粒剤水面施用 *6 *7					(穂いもち) 茎葉散布 ◎*7 穂揃1週間後			

留意事項

- *1 本葉2葉期から7～10日おきに2回程度茎葉散布を実施する。また、移植時期が遅れる場合には、移植7～10日前に茎葉散布を行う。
- *2 穂揃用取り置き苗は発病しやすく、本田発生の伝染源になることが多いので、穂揃終了後直ちに泥中に埋没する等して処分する。
- *3 発生初期に一斉防除を行う。一般には全般発生開始期の1週間後(急増期)から防除を開始し、状況によっては7～10日毎に追加防除を行う病害虫発生予察情報に注意する。
- *4 穂いもち防除は出穂直前と穂揃期の2回が基本だが、葉いもち多発時や、低温等で出穂～登熟期間が長引く場合は穂揃1週間後も追加防除を実施する。
- *5 例年早期から葉いもちが発生する地域では、粒剤施用時期を7日早める。
- *6 7月下旬に本田を巡回し、発生が目立ったら直ちに茎葉散布を行う。
- *7 穂いもち対象に粒剤を施用し、その後天候不順等で生育が遅れたところでは、種揃い1週間後に散布を1回追加する。
- *8 箱施用だけでは、葉いもち防除効果は不十分なので、7月中旬から本田を巡回し、発生が目立ったら直ちに茎葉散布を行う。

移植直前にトリシクラゾール粒の箱施用。箱施用だけでは葉いもち防除の効果は不十分だから、7月中旬から発生が目立ったら直ちに茎葉散布を行う。穂いもち防除は体系1に同じ。

[体系5. 葉いもち一粒剤育苗箱施用、穂いもち一粒剤水面施用による防除]

葉いもち防除は体系4に同じ。葉いもちが多発すると、穂いもちの粒剤施用は防除効果が劣る。したがって葉いもち発生に十分注意すること。

以上が防除体系ごとに示した内容並びに注意点である。ここでとくに留意したい点は、体系4,5に示された粒剤の箱施用(トリシクラゾール)に伴う効果不足(葉いもちの7月中旬以降の発生)と、このケースでは穂いもちへの粒剤施用は効果が劣るという指摘(体系5)を重視すべきである。

くり返すが現在は「省力」のみが独り歩きして、すべてが「省略」化されている点である。基本技術は手抜きせず励行しないといけない。各地域ごとに発生消長にあった防除体系の採用を望みたい。

4) 薬剤耐性菌と防除上の問題点

(1) 東北地方における薬剤耐性菌の発生

農業害虫で薬剤抵抗性が問題となったあと、植物病原菌の農業用殺菌剤に対する耐性が1970年以降に顕著化してきた。

いもち病に対して効果の高い薬剤が多数市販されている中で、耐性菌の出現で防除上問題となったのは抗生物質であるカスガマイシン剤が最初である。山形県庄内地方では同剤の散布が1966年から始められたが、この頃はいもち病に卓効を示していた。ところが1969年頃から効果の減退が認められ、とくに1971年にはその効果が激減したという。

これに続いて秋田県でも1978年にカスガマイシン剤(以下KSMと略

記) 耐性菌を確認、引続いて宮城県栗駒町ではIBP剤(キタジンP)の耐性菌を1979年に確認している。

宮城県ではこれら一連の耐性菌検出の研究の中から、EDDP(ヒノザン)、IPT(フジワン)の両剤も感受性の高い群と低い群の2群に類別されるとし、IBP中度耐性菌に対しては、この3薬剤は培地上の菌糸生育抑止力とイネ体上の防除効果の点から、交差耐性の関係にあることを確認している。

これらの経過に対して理解を深めるために、山形農試で三浦春夫氏が行ったKSM耐性菌に関する生態学的な研究と、¹⁶⁾ 深谷富夫氏ら^{1,2,3)}(秋田農試)、長田茂氏ら、本蔵良三氏ら^{6,7,22,23,24,25)}(宮城農セ)が行った研究業績の概要を紹介する。

三浦春夫氏の実施した概要は次の通りである。

1. 1971年秋に庄内地方の激発地から採集したいもち病菌についてKSM感受性を検定したところ、激発地と庄内支場から採集した菌は感受性は低かった。これに対し農試本場などの3菌株は敏感な感受性を示した。
2. 翌1972年秋、県内各地から採集した32菌株のうち、内陸地方の16菌株はすべて感受性、庄内地方から採集した16菌株は感受性8菌株、非感受性菌8菌株であった。
3. 庄内地方から分離した4菌株を接種源としてKSM剤の防除効果をみると、防除価20~60と低く、有機リン剤、フサライド剤に比して劣った。苗代晩播による自然感染圃でもKSM剤の効果は低く、普通濃度では効果がなく、2倍濃度の500倍液散布でもその発病が無散布より僅かに少ない程度であり、庄内支場圃場での同剤の効果減退は顕著であった。
4. KSM剤多用地域の罹病穂を接種源として防除効果をみると、庄内地方では効果減退のみられる地域と、みられない地域があった。内

- 陸地方では減退地はなかった。この結果はKSM耐性菌の出現によるものと結論した。この耐菌性はプラストサイジンS剤（BcS）を除くいもち防除剤とは交差耐性を示さない。
- 5.耐性菌が出現、増加した理由は、庄内地方のKSM剤使用回数が他地域よりも多いことに起因すると推定した。
 - 6.効果減退地では1972年の穂いもち防除からKSM剤の使用を停止した。その後の同剤の防除効果をみると、停止の翌年には効果は急激に回復し、停止3年後にほぼ完全に効果回復が認められる。
 - 7.キタジンP乳剤、ラブサイド水和剤、カスラブサイド水和剤を使用して耐性菌の動向を防除効果で検討した。キタジンP乳剤、ラブサイド水和剤を使用するとKSM剤の防除効果は回復するが、カスラブサイド水和剤では回復はみられるものの程度は低い。
 - 8.効果減退地域でKSM剤使用停止後の耐性菌分布推移をみると、耐性菌検出率は防除効果と同様に急激に減少した。4年目8%程度に減少、5年目には検出されなかったし、他剤との組合せでKSM剤を1回使用しても耐性菌検出率は増加しない。
 - 9.KSM剤の効果のみられる地域で、いもち激発条件下で同剤を3回以上連用したとき耐性菌が高頻度に検出された。
 - 10.KSM剤を年に1～2回、他剤を2～3回使用している本田では耐性菌は検出されていない（最北支場）。
 - 11.耐性菌が急増する原因は、KSM剤使用前から分布していた耐性菌と、突然変異で出現した耐性菌がKSM剤の多回数連続使用で淘汰をおこし、いもち多発がこれを助長したためと推察した。
 - 12.耐性菌検出法として阻止円法、菌叢生育法、同変法、幼苗法、薬液浸漬法、組織分離法で検討したが阻止円法と菌叢生育法で検定できる。簡易検定では菌叢生育変法と組織分離法が利用できる。
 - 13.同一病斑からは耐性菌か感受性菌のいずれかのみ検出され、両者が

検出されることはなかった。

14. 菌の生態ではとくに両者に顕著な差異はみられない。越冬量でも差異はみられなかった。
15. 耐性菌を経代培養すると長期間（3年10ヵ月）耐性を持続するが、中には28～32℃・31日間培養で耐性が消失するもの、イネ病斑上で最高気温28℃以上に遭遇すると13日以上で消失する菌株がみられたが、26℃以下では消失しない。
16. KSM剤使用停止後の同剤耐性菌密度低下の要因の一つには、耐性消失にあると推論した。
17. 耐性菌対策として次の対応が必要である。
 - a. KSM剤の効果減退が認められる場合は、同剤及びその混合剤使用は耐性菌分布率10%以下に達するまで停止する。
 - b. 耐性菌分布が減少し、再度KSM剤を使用する場合は、同剤とその混合剤、プラストサイジンS剤の連用は避け、他剤と組合わせて使用する。その場合は前者は2回以内、後者で3回以内とする。
 - c. 耐性の認められない地域も連用を避け、化剤と組合わせた計画的な散布を実施する等々である。

なお前記5に述べた庄内地方の耐性菌出現の理由としたKSM多施用の実態は表10、11に示した。これによると耐性菌と判定され1972年までの前3か年（1969～1971）の使用量、散布回数が増出し、使用薬剤中のKSM剤の比率が90%を越え、その大部分がこれによって占められていたことが明らかである。

秋田県における概要は深谷富夫氏らの業績からまとめてみると以下のとおりである。

1. 秋田県では1978年に48%のKSM耐性菌株率が認められ、1979年からその使用を規制した。その結果1981年には耐性菌株率が減少、1年間で前年の0.6～0.4倍になった。隣接市町村間では耐

性菌株率やその減少速度に著しい差があったことから、その規制が
よく守られていないことが推定されると述べている。

2. 1978～1981年に由利地方から穂いもち標本を採集してMIC（最
低阻止濃度、ここではいもち菌の生育阻止に必要な最低濃度値を
さす）値を検定した。その結果からKSMの他にIBP（キタジンP）
耐性菌も検出した。検出率とKSM、BcS（ブラストサイジンS＝
ブラエス）、PTL（有機リン系殺菌剤）、IPT（イソプロチオラ
ン＝フジワン）使用量との間には相関関係が認められ、耐性菌の
出現はこれら薬剤の多使用によると推定した。その後KSM、
BcS、IBPの使用規制でKSM耐性菌率は低下したが、IBP耐性菌は
減少しなかった。

3. KSM耐性菌の簡易検定法を考案して、短期間に効率的な耐性菌検
定を可能にした。イネ生葉煎汁培地にKSM原体を添加、その濃度
100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ の平面培地を作成、これに病斑上の分生孢子を塗抹接
種、28℃ 20時間後の2次分枝発芽の存在によって耐性菌を判定し
ようとするものである（2次分枝法と呼ぶ）。

4. IBP耐性菌の簡易検定法も考案して、検定の効率化に寄与した。

宮城県における業績は長田茂氏ら、本蔵良三氏らの報告があるのでそ
の概略を紹介する。

1. 宮城県栗駒町におけるIBPのいもち病防除効果の減退は耐性菌の出
現によるものと判定した（1979年）。
2. 幼苗接種試験におけるMIC値と防除価の関係では、MIC値が40～
50 ppmでは防除効果の低下はないが、60 ppm以上では防除効果
が期待できない。
3. KSM耐性、IBP耐性およびKSM、IBP 2剤耐性菌が分布する条件
下でIBP粒（キタジンP粒）、プロベナゾール粒（オリゼメート粒）
の穂いもち防除1回、葉いもち、穂いもち防除2回連続施用の防除

効果と耐性菌分布率変動を検討した。葉、穂いもち防除に2回施用した試験ではKSM耐性菌率30%、IBP耐性菌率50%で多発生条件下であった。それではプロベナゾール粒は葉、穂いもち防除効果は高いが、IPT、IBP粒は劣った。IBP耐性菌率50%以上ではIPT、IBP各粒剤の防除効果は期待できない。耐性菌分布率の経時変動は、プロベナゾール粒は無施用区と同じで大差ないが、IBP、IPT各粒剤施用区はIBP耐性菌、KSM、IBP 2剤耐性菌率が暫増する。

4. KSM耐性、IBP耐性、KSM、IBP 2剤耐性分布率と圃場抵抗性を異にするイネ品種栽培で、その分布率に変動がみられるか否かを調査したが品種間の差はみられなかった。また、施肥量によりいもち病抵抗力に差をもたせた同一品種の栽培においても同様の結果であった。
5. 県内水田から採集したいもち病菌は、培地上の薬剤感受性の程度から、IBPは3群に、EDDP（ヒノザン）、IPTは高、低2群に類別される。IBP中度耐性菌に対して、これら3剤は交差耐性である。
6. 山に囲まれた約200haの水田地帯でその16筆を選び、各水田毎の耐性菌検出率を調査したところ、全域ではほぼ均一な検出率であった。県内各地の前年、翌年の検出率も類似している地点が多い。耐性菌が出現してから年数を経た小地域ではその分布は概ね均一である等々であった。

以上述べてきたのが東北地方において、いもち病防除薬剤に対する耐性菌発生の経過と検討の概要である。主として秋田、山形、宮城3県で研究された業績を紹介した。

このような経過を背景に、農水省は発生予察事業の一環として、農薬耐性菌検定事業が1978年（昭和53年度）から実施されることになった。

具体的な対象菌は各県が問題となっているものの中から選択されたので、前記のいもち病耐性菌に限定されることはなかったわけである。例

えば岩手農試ではばか苗病を主対象とした種子消毒剤として長く使用されたチュウラム・ベノミル剤（ベンレートT水和、1974年岩手県防除基準採用）や、ベノミル剤（ベンレート水和、1972年同基準採用）で問題なく経過している中で、1980年以降にはか苗病の多発生があったから、ベノミル耐性菌検定に主力を注ぐことになったわけである。余談ながらはじめて岩手県内から菌を採集しようとした時、確実に「ベノミル耐性菌が採集出来る場所はどこが？」が論議された。採集の効率化を図るための協議であったから、私のそれまでの観察や情報収集結果により、東磐井郡藤沢町を指名して採集に当たった、これによりベノミル耐性菌第1号を検出した経緯があった。

（2）耐性菌発生に対する対策

a.発生を予防するための対策

これまでの知見では、同一薬剤の連用が耐性菌発生の原因とみられているところから、この事実を基本として対処するのが大切である。同一薬剤や同一作用機作を持つ薬剤の連用を避け、他剤との輪用を行うことが望ましい。また、随時耐性菌の発生を監視するための圃場の発病調査、栽培者や現場関係技術者からの情報収集などが必要である。

b.発生後の対策

前述の秋田、山形、宮城各県農試成績からも明らかなように、先づ当該薬剤の使用を停止して他剤に切替えること、そのうえで密度の低下した段階で再使用を考えることである。密度低下後の再使用に当たっても、その前の連用を避けて他剤との輪用か、混合剤の使用を主とし、その再発生防止に心掛けるべきである。

表 10 いもち病防除回数と防除薬剤中のカスガマイシン剤の比率

年次	防除回数		使用薬剤中のカスガマイシン剤の比率	
	庄内地方	県内全域	庄内地方	県内全域
1965	2.7 回	2.1 回	— %	0.02 %
1966	2.4	1.9	—	1.3
1967	2.7	2.2	36	26
1968	3.5	2.7	54	58
1969	4.6	3.5	94	77
1970	4.2	3.0	90	68
1971	5.0	3.4	87※	75

注) (1) 一資料なし

(1) ※庄内地方の一部でカスガマイシン剤の効果減退がみられたため、カスガマイシン剤以外の薬剤が使用された。(三浦春夫 1984)

表 11 庄内地方のいもち病防除回数と
防除薬剤中のカスガマイシン剤の比率

年次	水稲作付面積 (A)	いもち病防除 延面積 (B)	カスガマイシン 剤による防除 延面積 (C)	いもち病防除 回数 (B/A)	いもち病防除 剤中のカスガ マイシン剤の比率 (C/A×100)
1967年	37,648 ha	99,865 ha	35,743 ha	2.7 回	56 %
1968	38,050	132,788	71,549	3.5	54
1969	38,088	173,504	163,481	4.6	94
1970	35,789	151,458	135,726	4.2	90
1971	35,543	175,960	153,569	5.0	87 (96) *

注) * () 内はカスラン剤 (カスガマイシン剤とCPAの混合剤) を含む比率 (三浦春夫 1984)

5) オリゼメート粒剤の作用特性と防除の実際

プロベナゾール剤（オリゼメート粒剤）がいもち病防除剤として登録されたのは1974年であり、1975年に発売されてからすでに満20年余が経過した。その間年ごとに使用量がふえ、とくに葉いもち多発生のたびにその効果が評価され、その翌年には必ず使用量が急増するというパターンであった。

近年のいもち病研究では、直接の被害部である穂いもちの発生防止のためには、その伝染源である葉いもちの発生を可能な限り防除することが不可欠の要素であると強調され、現場でもこれに対応して、オリゼメート粒剤の水面施用による葉いもちの完璧な防除を土台にして、これに航空散布による穂いもち防除の体系で、またごく一部では地上散布（液剤、粒剤などの散布）と組み合わせて実施している状況である。

このようにオリゼメート粒剤の施用は、一般稲作管理技術として定着した感がある。しかし、中山間地帯の一部では無施用による多発事例も少なくない現状から、さらに被害防止の努力が必要である。

本剤の使用に際して、剤の特性や使用方法等について述べてみたい。

(1) オリゼメートの作用機作

多くの殺菌剤がいもち病防除に使用されている現在、各剤ともその殺菌作用はほぼ明らかになっている。分生胞子の発芽、発芽管の伸長、付着器形成、宿主への侵入までの抑制作用（予防効果）や、組織侵入後の菌糸伸長、分生子梗、胞子形成の阻止作用（治療効果）が解明されており、これにより各単剤ごとのこの作用を補完するために、作用性の異なるものが混合（混合剤）されて使用されている。

オリゼメート粒剤の作用点はこのような類別では説明がつかない剤であり、これらとは違った作用機作でいもち病防除効果を発揮する。

ア 直接のいもち抗菌作用はない

前述のようにいもち防除剤は、分生胞子の発芽から侵入、菌糸伸長、胞子形成に至る一連の菌行動のいずれかに対して抗菌作用を示すものであるが、オリゼメート粒剤はこれらとは違った作用をもつものである。したがってこの比較では直接的な抗菌作用はないと言ってもよい。

イ 本剤の効果はどう発揮されるか

オリゼメート粒剤はいもち病に対して直接の抗菌作用は持っていないが、今日までの知見から以下のメカニズムで防除作用が発現されると考えられている。

イネの根から吸収されてのち、イネに抵抗性を付与して、いもちを防除するものである。まず吸収したイネでは、いもち菌の感染を受けると、(1)、殺菌作用のあるスーパーオキシドが放出される。(2)、抗菌物質が産出される。(3)、宿主細胞を固くするリグニンが形成され、いもち菌菌糸の伸長まん延を防止するの3つの作用が働き、イネがいもち感染によってそのシグナルを増幅させて、イネ自体が抵抗性を発現させるためであると考えられている。従って本剤によって、イネ自体にいもち菌の体内まん延を防止する抵抗力を与えることで、いもち病を防除するものと理解される。

以上から本剤は抵抗性誘導型殺菌剤とすることができる。この作用が他剤と違う点である。

(2) 使用法と使用上の注意

現在東北地方のオリゼメート粒剤の使用概略は、葉いもち初発約7～10日前(或は5日前)を基準とし、10アール3kgを湛水のまま散布して、しばらくは湛水の状態(出来うれば4～5日)を保つようにする。このと

き田面を露出させたり、水を切らしたりしないこと、また、落水、かけ流しはしないこと。このことから砂質土で水持ちの悪い水田では、本剤の効果が十分に発揮されないことがあるから注意する等である。これは根からの薬剤吸収を阻害することによるものである。

本剤は予防的に散布した場合にとくにその効力を出す。葉いもち防除のための使用適期は、初発7～10日前がよいとされているが、この初発期は毎年同じではないので、各県の発生予察情報に注意して、その時期を失しないようにしなければならない。

例年の施用時期を暦日で見ると、宮城県では6月15日～20日、岩手県で6月20日～25日であるから、他県もほぼこの項とみて差支えない。当然ながら東北南部は初発が早く、北部は遅いので、福島県と青森県では施用時期がその分異なってくる。すでに述べたように、直接の減収と品質低下防止のための穂いもち防除であるし、その防除効果を高める手法は葉いもちの発生を防止することが最善の方法であるから、さらにそのためには広域的な一斉散布が不可欠な条件となる。

農協では広域一斉散布の徹底をはかる手段として、前記時期（暦日）に近づいた頃、土曜、日曜日を中心日とした「オリゼメート使用旬（週間）」を設定して、広報活動を展開（農協玄関前の立看板、たれ幕など）している事例がみられる。また、剤の全戸配付の徹底や航空散布の実施（宮城県）による無散布田（農家）の解消などに努力している所もある。その他「特産米」としての売り込み手段として「散布回数」の削減など今日的問題として派生し、関係者の話題となっている。この手法の基本も、葉いもち防除にオリゼメート粒剤を使用してその発生を完全に防止し、それによって穂いもち防除の散布回数をへらすことを意図しているのである。

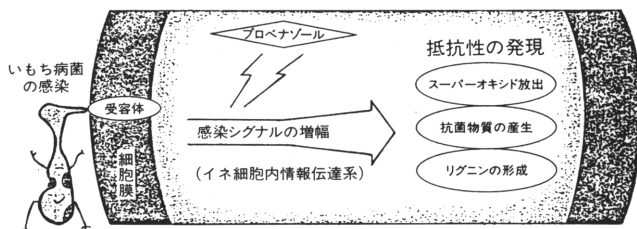


図6 プロベナゾール（オリゼメート粒剤の有効成分）の作用点

（オリゼメートのあゆみ1995）

表12 広域地上散布によるオリゼメート粒剤施用地域のいもち病発生状況
葉いもち（H3.8.1調査）

粒剤施用地区（米山町）		対照（周辺空散地区）	
調査地点数	平均発病度	調査地点数	平均発病度
16	2.9	11	22.8
(1) 米山町全体の粒剤散布時期は6月14日～17日（ピーク16日）			
(2) 周辺空散地区は7町の巡回調査地点の結果			

穂いもち（H3.9.5調査）

粒剤施用地区（米山町）		対照（周辺空散地区）	
調査地点数	発病穂率%	調査地点数	発病穂率%
17	0.2	11	9.5
(1) 言いもち、および一次枝梗以上が罹病したものを発病穂とみなした。			
(2) 周辺空散地区の調査地点は葉いもちと同じ（宮城県資料1991）			

（宮城県資料 1991）

6) 新しい薬剤施用法の展開

米をめぐる環境は新しい食糧法の施行とともに変化し、生産、流通両面から大きくその転換が迫られている。生産面からみると、低コスト生産が命題だから、必然的に省力化、良質化（良食味生産）、生産安定化等が求められる。生産安定化のため必須技術であるいもち病防除の面でも、発生予察精度の飛躍的向上を背景にして、防除が必要な場合にはそれを断固として実施しなければ前記の目的は達せられない。いっぽう高齢化の進行から、これまでのような重い散布装備では作業が困難となってきたことも無視できない現実である。

このような背景から関係メーカーを中心に、防除効果を低下させることなく、手軽で簡便な散布処理方式の開発に努力が続けられているのであるが、その具体的内容の一部について開発スケジュールにのぼっている点だけを紹介してみよう。

(1) 箱処理剤の開発

田植直前に育苗箱で育成している苗に薬剤（粒剤）を散布（大半は手まき）して、本田で加害するイネミズゾウムシ、ドロオイムシ等の防除を行う方式はすでに実用化してから久しい。この方法でいもち病を防除しようとする試みもここ数年来活発になってきた。例えばオリゼメート普及会を結成している明治製菓（株）と北興化学工業（株）では、本田における葉、穂いもち防除効果を検討している。すでに各地域毎の成績検討会も済み計数整理のうえ1997年1月に登録申請しているから、近い将来には箱処理法によるいもち防除が実現するものと期待される。

東北地方では一部苗いもちの感染、発病による異常早発はあるものの、大部分は移植約1ヵ月後の6月下旬ごろから葉いもちの広域的発生がみられるから、それまでに稲体への吸収移行を終え、やがて出穂後の穂い

もち感染期まで有効成分が残存して、葉いもち、穂いもちともこの箱処理の1回旋葉によって防除しようと理想を描いている。そのためには有効成分量、施用量、施用時期、薬効の持続性、培土条件等基礎的な面と地域性なども配慮した多面的な検討が必要であろう。そのほか葉いもち防除効果の高い薬剤特性を生かして、穂いもち防除のための航空散布との組み合わせによる広域使用では疫学的にも効果の向上が期待できる。穂いもち散布回数を減らす可能性は十分にあると考える。

(2) 側条施用剤（粒状、ペースト）の開発

省力化のための側条施肥田植機も実用化しているが、これにもち防除剤を登載して、施肥と施薬を同時に行い、その後の追肥や薬剤散布を省略しようとする試みである。すでにオリゼメート粒剤を使用し、乗用型田植機にセットしていもち多発年に試験した（1993～1994年）。その防除効果は極めて高く、本法が有効であることは実証済みとなった。需要動向を十分把握して対応することは当然だが、今後機械と剤型面からの若干の改善が必要かも知れない。

(3) パック剤、1キロ剤の開発

小さな区画の水田では、畦畔の上からパックした薬剤を投げ込み、水田には入らず薬剤を施用しようとするもので、すでに実用化の段階に達した。また、除草剤にならって1キロ粒剤を散布し、省力化と効率化を図ろうとするもので、これも実用化した。なおオリゼメートパック剤、オリゼメート1キロ剤とも1997年2月に登録された。

(4) その他の薬剤の処方

除草剤の方向にそった剤型の開発が一部から要望されているから、それに準じたものが期待される。例えば強い拡散性をもたせ畦畔に沿って

散布することによって田面に広く拡散し、その後稲体により吸収、或いは付着により有効に作用するもの、除草剤で実用化しているフロアブル剤の拡散性をさらに強化したもの等省力化に視点を向けた剤の開発が期待できないか。また、これはいもち防除の単剤ではなく、紋枯病その他の防除剤との混用を目指すことにより、省力化のメリットはさらに増幅するものと思われる。今後の研究結果に期待しよう。

●参考文献

- 1) 深谷富夫ら 北日本病虫研報 33 (1982)
- 2) 深谷富夫ら 北日本病虫研報 34 (1983)
- 3) 深谷富夫ら 北日本病虫研報 43 (1992)
- 4) 深谷富夫ら 北日本病虫研報 47 (1996)
- 5) 橋本晃ら 福島農試研究報告 14 (1975)
- 6) 本蔵良三ら 北日本病虫研報 36 (1987)
- 7) 本蔵良三ら 北日本病虫研報 38 (1987)
- 8) 伊藤誠哉ら 北海道農事試報告 27 (1931)
- 9) 岩野正敬ら 北日本病虫研報 33 (1982)
- 10) 岩手県立農業試験場 岩手農試創立50周年記念成績彙集 (1951)
- 11) 岩手県 植物防疫20年の歩み (1972)
- 12) 岩手県 平成7年度、稲作指導指針 (1995)
- 13) 岩手県 平成8年度、稲作指導指針 (1996)
- 14) 松永和久 農業技術 51, 4 (1996)
- 15) 三浦春夫ら 北日本病虫研報 26 (1975)
- 16) 三浦春夫 山形農試特別研究報告 14 (1984)
- 17) 宮城県編 平成7年度、稲作指導指針 (1995)
- 18) 宮城県稲作安定生産本部 農政部農産課資料 (1995)

- 19) 中川九一 指定試験〈病害虫〉2. 農林水産技術会議、福島農試
(1962)
- 20) 生井恒雄ら 日植病報 62. 247 - 253 (1996)
- 21) 農林省振興局研究部 農業改良技術資料 119 (1961)
- 22) 長田茂ら 北日本病虫研報 31 (1980)
- 23) 長田茂ら 北日本病虫研報 32 (1981)
- 24) 長田茂ら 北日本病虫研報 34 (1983)
- 25) 長田茂ら 北日本病虫研報 34 (1963)
- 26) 長田茂ら 北日本病虫研報 34 (1983)
- 27) 進藤敬介 北日本病虫研報 28 (1977)
- 28) 菅原寛夫 農業相談、岩手辰試六華会 (1949)
- 29) 鈴木穂積ら 北日本病虫研報 27 (1976)
- 30) 武田真一 北日本病虫研報 47 (1996)

あとがき

いもち病について解説記事を明治製菓(株)の情報通信(MIX)に連載してほしいと依頼されたのは1994年10月だったと記憶している。そして浅学の身も省みずにその第1回をお届けしたのが同年11月14日付であり、以来通算して52回まで継続し、満2ヵ年余りを経過して、1996年12月に終了した。

隔週毎に400字詰の原稿用紙7~8枚をうめる仕事を楽しく続けさせて頂いたことは、たいへん幸いなことでもあり、脳の老化防止にも有効であったと感じている。

この記事の大部分は諸学兄の業績をひもとき、その内容を正しく紹介することを主眼とし、広範多岐にわたる蓄積資料の中から、なるべく現場の防除や予察活動に関連の深いところを中心にして、少しでも農家に役立つような項目について述べてきたつもりであった。しかし、こと志と反して、内容要約がボケたり、表現がまずかったりして、その不出来に恥入るばかりで汗顔の至りである。

私の岩手県農試在職中の仕事は、農試圃場の立地条件の関係もあつたりして、いもち病関係の研究はほとんどノータッチに経過し、その間わずかに航空散布法改善などの課題にかかわった程度であった。

県立農試の立場は、農家が直面する緊急課題の解決を第1位にして進めていく使命があるので、当時普及上で問題だった箱育苗法にみられた苗の生育障害の解消、それ以前ではビニール畑苗代、或いは保温折衷苗代の普及に伴う病害発生の対策樹立などに力を注いできたわけで、具体的にはイネばか苗病、糸状菌、細菌類による苗立枯病等の防除法確立がその主体であった。したがって担当した課題の面からみると「門外漢」

でもあるわけである。この解説記事の執筆に当って、私にとって幸せだったことは、全国各地とくに東北、北陸地方の国公立農業試験場でいもち病研究に精励された多くの研究者から、極めて多数の研究論文の別刷を頂戴していたことであった。このシリーズに活用させていただいた諸論文は、私の書齋にそろえてあるものがそのほとんどであって、執筆準備のために農試図書館などに出向かなくとも済んだことであり、改めて先輩研究者の友情に深く感謝申し上げる次第である。

これまではともすると自分の研究テーマに関連した文献にのみ注意を払ってきた経緯もあったので、したがっていもち病に関する諸論文はこの仕事が始まってから精読したのが大半でした。そしていもち病研究の奥の深さと量の多さに改めて敬服させられたような次第です。

米をとりまく環境は実に厳しい今日です。生産面だけをみると、消費者からの無農薬、減農薬の要求に対して、冷害やいもち病多発がほぼ常習的にみられる東北地方の稲作にとって、どこで妥協点を見いだして、安定生産の実をあげようとするのか、また、農家側の実態は、労働力の流出、高齢化、後継者の慢性的欠乏等から耕作放棄すら珍しくない危機的な現実をみると、生産現場には明るい材料に乏しい今日の状況である。

いもち病防除の場面でみると、他分野と同様に省力化の必要性和、またその要望も極めて強い。そのために現在は薬剤使用の少量化（1キロ剤の普及）、パック剤の登場、箱処理の実用化、側条施用の開発、RCヘリの散布推進などがはかられてきている。さらに今後もより省力化のための要請が続くだろうから、各々の関係する立場から継続的な努力が必

要となってくる。各位の頑張りに期待したい。

明治情報通信の発行に引続き本書の刊行に当っては明治製菓(株)生物産業仙台営業所、葛巻直樹氏に作業の一切をとりしきって頂いた。岩手県農業研究センター環境保全研究室長、武田真一氏にはとりまとめに当って種々有益な助言を賜った。また、北興化学工業(株)仙台支店長、安部素生氏には執筆に当たっての督励と種々の便宜を与えて下された。さらに明治製菓(株)農薬資材部営業グループ斎藤明彦氏には印刷社との交渉や校正について特段のお骨折を頂戴した。

諸氏に対し衷心より感謝とお礼を申し上げる次第です。

平成9年7月 渡部 茂

著者略歴 ^{わたなべ}渡部 ^{しげる}茂

昭和3年 福島県下郷町に生れる。

昭和24年 盛岡農林専門学校（現岩手大学）農科卒業

同 年 岩手県立農事試験場助手

昭和53年 岩手県立農業試験場環境部長

昭和57年 岩手県北上農業改良普及所所長

昭和59年 第40回農業技術功労賞受賞

昭和60年 岩手県花巻農業改良普及所所長

昭和62年 岩手県職員退職

同 年 北興化学工業(株)入社（開発部技術顧問）

平成9年 同社退職

同 年 明治製菓(株)技術顧問

現在に至る。

農学博士

1997年9月17日 第1刷

著者 渡部 茂

発行者 オリゼメート普及会

印刷 株式会社 恒陽社印刷所