

第4章 いもち病の被害解析

いもち病はイネの一生を通じて、そのあらゆる部位を侵害する。被害の様相も罹病の時期と部位によって著しく異なってくる。

人間が稲を栽培する目的は、申すまでもないことであるが、彼らが成長して開花結実した種実を収穫して、人間が生存するための食料（コム）をえるためのものである。したがって、その正常な稔実を阻害する穂いもちの発生を防止して、直接的な損害を未然に防ぐことが必要となってくる。しかしこの穂いもちの発生は、葉いもちの発生と関連しているし、またこの葉いもちは種子、苗、前年の被害わら、もみ殻等の保菌、発病と関連しあっている。この一連の伝染の鎖を上手に断ちきれないと直接の被害部である穂いもちの発生は防止できないから、イネの播種準備のときから総合的な対策が必要となってくる。

イネがいもち病菌によって侵害された結果、品質、収量に与える実用的な損害について、系統的な解析を試みたのは比較的新しく、1960年頃から大曲市にある東北農試で、勝部氏によってなされた成果が最も顕著であり、私達現場を担当する者にとって理解しやすい成績である。以下その概要を紹介する^{2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13}。

1 穂いもちの罹病と収量・品質

1) 穂いもち感染時期と被害量

穂いもちは、くびいもち、しこういもち、靱いもちを総括していることは前述の「発病部位による名称」の項で記述したとおりである。そのほかに、ほくび下部の発病で下位の「みご」が罹病して、そこから上部の穂全体が白穂化することもあるので、減収や品質をみるとときには、この部位の罹病も無視できない点である。

ところで出穂直後から5日、10日、15日、20日、25日と5日ごとにいもち病菌を接種して、その罹病程度と収量構成要素にみられる被害

を調査した試験を行った。

その結果籾 1,000 粒重にみられる被害の様相は図 1 に示すとおりである。この図からみると、出穂当日接種区で罹病率が高くなるに伴って減収が顕著となり、100%の罹病率で収量がゼロを示している点が注目される。

また、出穂 5 日後の接種がこれに次いで高く、10 日以降接種でも出穂日に近い感染ほど減収量が多いが、20 日～25 日後の接種では、100%の罹病率でも影響はほとんど認められなくなってくる。これを要約してみると、

- 1 くびいもちに罹病した場合の減収は、出穂当日の感染で最も減収し、出穂 5 日後、10 日後と時間が順次経過してからの感染では次第に減収量が少なくなる。
- 2 こうして出穂 25 日後の感染では、罹病率 100%であってもほとんど収量に影響していない。
- 3 出穂日に近いほど、穂の罹病率が高いほど減収量が多くなる等々である。

いっぽう、これを裏づけるために、出穂期から 5 日ごとに圃場の健全穂を切取って、籾重と玄米重の推移を追跡してみると、25 日後の穂では完熟した穂（出穂 45 日後）と差がみられなくなる。品質（活青米、上米、死米等）の面でも 20 日と 26 日の間に大差がみられるから、品質、収量とも 26 日経過すると大勢が決定するようである。したがって、出穂 25 日後の感染でいもち病の影響なしが、少との接種試験結果はイネ登熟の面からも裏付けられたとしている（表 1, 2）。

以上の結果から、収量に影響する感染時期は、穂ぞろい後約 3 週間までと要約されるから、この期間までの感染防止のための薬剤散布であればよいと結論される。

例えば散布後 1 週間残効を有する薬剤を散布するとすれば、出穂直前

から走り穂の出る頃に1回めを、その1週間と更にこのあと1週間の計3回散布することによって、穂いもち罹病による減収から免れることが出来ると言っている。

この関係を勝部氏は図2のような模式図で示している。

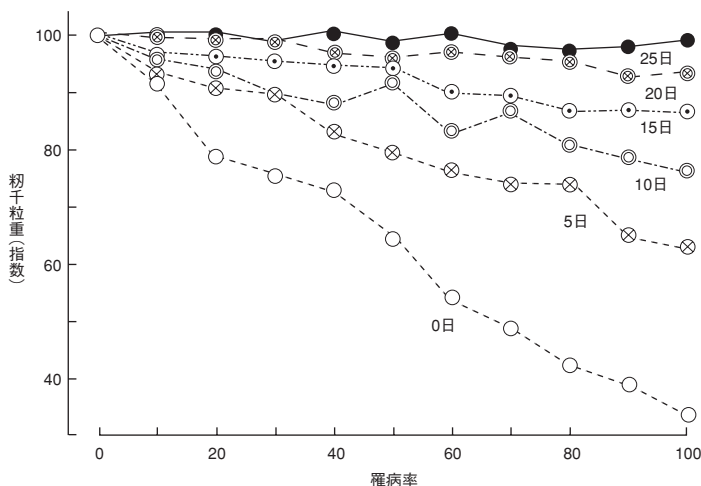


図1 接種時期別に見たくびいもちの罹病率と籾1,000粒重との関係

(勝部未発表)

表1 出穂後日数と籾重および玄米重との関係 (ハツニシキ、g/1穂)

(勝部ら1970)

収量	出穂後日数							
	0	5	10	15	20	25	30	45*
籾重 (g)	0.35	0.70	1.25	1.74	2.25	2.75	2.75	2.74
玄米重 (g)	0	0	0	0.31	1.31	1.88	1.83	1.81
枇重 (g)	0.35	0.70	1.25	1.43	0.58	0.44	0.52	0.53

表2 出穂後日数と米粒構成との関係

(勝部ら 1970)

玄米形質	出穂後日数				
	15	20	25	30	45
活青米 (%)	88.2	53	27.7	10.4	0.4
活茶米 (%)	0	0.7	1.8	6.5	4.6
死米 (%)	10.0	26.0	6.8	6.3	2.5
上米 (%)	1.8	20.3	63.7	76.8	92.5

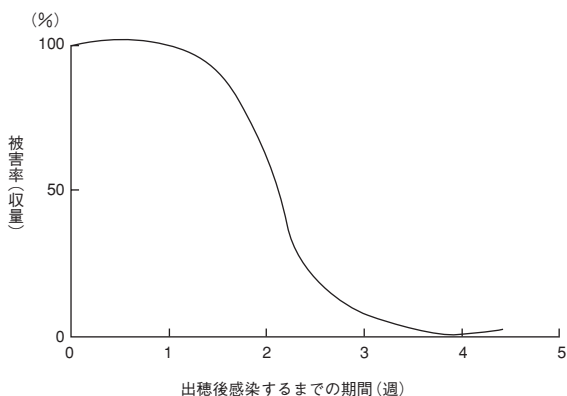


図2 穂いもちの感染時期と被害率との関係 (模式図)

(勝部ら 1970)

2) 罹病率と収量構成要素との関係

勝部氏は収量と罹病率の関連を調査する時期は、収量に影響のみられなくなる感染時期と、穂いもち潜伏期間を考慮して、穂ぞろい30日目が最適と述べ、それに基づいて検討している。

罹病部位の区分は、それまで行った各調査者の業績を参照として、あ

まり細分化せずに、くびいもちと枝梗いもちに大別し、くびいもちはさらに、早期に罹病して米粒の発育停止した白穂を被害が高いので分けて「白穂」として、白穂、くびいもち、穂いもちに3分して穂の罹病部位を代表させて調査した。

農業試験場等で各種の試験を実施する場合に、その処理（試験の狙い）とイネの収量、品質の関係（イネに対する影響）を検討しようとするときには、一般に「坪刈り」と称して部分刈りを行い、完熟期に全重、精粉重、糶重、粗玄米重、同1,000粒重、精玄米1L重、屑米重、わら重、籾/わら重比等を調査する。また、これをkg/10aに換算して表示することも多い。さらに、品質を吟味するときは、玄米を活米、死米に大別し、活米をさらに青米、茶米、奇形米と上米（完全粒）に細別するし、死米も死青米、死茶米、白死米等に細分することもある。

勝部氏が上記に準じて、白穂、くびいもち、穂いもちに分けた各罹病率と収量構成要素との関係（相関関係）をみたが、糶重、屑米重は罹病率が高まると増加し（正の相関）、全重、精粉重、粗玄米重、同1,000粒重、精玄米重、同1,000粒重、籾/わら重比は減少して負の相関関係を認めている。

そのうえで罹病率と収量の間の上記関係は、年次や品種を異にしても変わらないと述べ、12年間の相関関係を表記している。

このうち収量すなわち精玄米重と穂いもち罹病率の相関は、12カ年のうち1年を除いては -0.796^{***} から -0.971^{***} ときわめて高い相関関係にあることがわかった（0.1%水準で有意）。これから穂ぞろい30日後における罹病率（ x ）と減収率（ y ）との間には、

$$\text{くびいもち、} y = 0.31x \sim 0.57x$$

$$\text{穂いもち、} y : 0.27x \sim 0.52x$$

の関係式を求め、すべてこの範囲内に納まると述べている（ササシグレ $n=12$ 年）。

罹病率と減収率の関係は、図1～2に示したように、早い感染でその影響が大きく、遅い感染では高率の発病でも減少は少ないので、発病経過を重視しなければならないのは当然であるが、穂ぞろい30日後における穂もち罹病率と減収率は概ね上記の関係と見て差支えないと述べている。

このことから穂もちの罹病率が10%だったと仮定すると、このときの減収率は2.7%から5.2%の範囲と試算される。したがって10a収量600kgの水田では、穂もち発病率10%であるとき（1筆平均発病穂率10%程度の発病はごく普通にみられる発生で、決して珍しい多発現象ではない）、減収は16.1kgから31.2kgの範囲であり、精玄米20kg入包装では1俵から1.5俵程度の減収（損害）ということになる。

このほかには特異発生年（異常気象による）における発病程度と収量構成要素の関係を調査した山形県農試の報告がみられる。それについて概略を紹介する^{20,22)}。

1 1980年の事例

この年は7～8月の異常低温と日照不足により穂もちが多発生した。達観により株ごとに発病程度甚、多、少、微に類別して、各程度ごとに10株を刈取って調査した。発病程度に分けた各部位別の病穂率は表3に示したとおりであるが、この中で注目されるのは、甚、多区分では病穂が大部分節いもちと首いもちであること、少、微区と軽くなるに伴い枝梗いもちと健全穂が多くなることである。

このように程度区分した株の部位別収量構成要素を表6に示した。

この内容をみると、発病程度が重いほど、粒厚1.8mm以上の精玄米の着粒数が少なく、精玄米1,000粒重が軽い。

粗玄米の品質も調査しているが、重症では整粒が少なく、死米が大幅に増加している。同一発病程度（甚、多、少、微）に分けた区の発病部

位（節、首、枝梗）による差は認められず、殆ど同じ程度の粗玄米構成であった。この年の特徴としては、それまで各地で報告された調査例と異なる点として、奇形米の多いことをあげている。これは本来ならば正常に発育する粒であったが、低温（冷害）で登熟が阻害されたうえに穂いもちの被害により増加したものだらうと考察している。

2 1991年の事例

この年は東北地方の全域でいもち病が多発生した。山形県においても葉いもち発生面積 34,660 ha（前年の 2.8 倍）、穂いもち 17,848 ha（平年の 3.7 倍）の多発生であった。私もこの年その発生盛期に 1 週間ごと 3 回連続して現地調査をして、その面積と被害の程度に驚いた記憶がある。

山形農試ではこの機会をとらえて、発生様相と穂いもちの収量品質への影響調査を実施した。

調査に用いた標本は、多発生圃場から発病程度別に 5 株ずつ抜きとったが、この程度区分は今日一般に用いられている基準の

- 無…発病穂率 0 %
- 少… 1 ~ 10 %
- 中… 11 ~ 30 %
- 多… 31 ~ 60 %
- 甚… 61 %以上

に準拠して、圃場の平均茎数±1本の株を選定、採取し分析に供した。結果は表 4、5 に示した。

収量構成要素と発病程度の間では、粗玄米重（株当り g）でみると、甚～ 5.9、多～ 14.8、中～ 15.6、少～ 19.4、無～ 21.2 gを示し、精玄米重（株当り 1.9 mm）はそれぞれ 1.3、6.7、7.7、11.7、14.7 gを示した。また、玄米 1,000 粒重においては同様に、17.5、18.8、19.0、

19.3、19.5 gを示し、いずれの要素も罹病率の増加に伴って減少していることがわかる。この年は穂いもちの発生が早く、全般に出穂直後に罹病したものが多く「早期感染多発型」であるから、したがって被害の多い発病タイプ（図2参照のこと）の結果がみられたと考察している。

表3 発病部位別発病穂率（1980）

発病程度	節	首	枝梗			無
			2/3以上	2/3~1/3	1/3以下	
甚	48.2%	51.8%	— %	— %	— %	— %
多	30.1	62.4	7.5	—	—	—
少	4.6	16.1	21.8	23.0	24.1	10.4
微	2.2	11.7	10.2	5.8	7.3	62.8

（竹田ら1981）

表4 収量品質関連要素（最上町はなの舞）（1991）

	登熟歩合 (%)	粗玄米重 (1株当り g)	精玄米重 (1株当り g)		粒厚分布 (粒数%)	千粒重 (g)	
			1.8<	1.9<		1.8<	1.9<
甚	15.2c	5.9c	2.4c	1.3d	31.5c	16.5b	17.5
多	50.3b	14.8b	10.2b	6.7c	48.1b	17.9a	18.8
中	55.4b	15.6b	11.3b	7.7bc	52.3ab	18.2a	19
少	73.6a	19.4a	15.7b	11.7ab	61.1ab	18.6a	19.3
無	77.1a	21.2a	18.6a	14.7a	68.0a	18.9a	19.5
分散分析	**	**	**	**	**	*	NS

注1) 同一英文字を付した数値間はDUNCANの多重検定による有差異（5%）がないことを示す

注2) 登熟歩合、粒厚分布はARCSIN変換後、DUNCANの多重検定を行った

（佐久間ら1992）

表5 玄米形質（最上町はなの舞、1.9mm以上：粒数%）

(1991)

発病程度	整粒	未熟粒					計
		乳心白	腹白	基部未熟	青	その他	
甚	50.9c	0.1	0.0	0.1	22.8	23.6	46.6a
多	62.3b	0.0	0.0	0.0	24.9	12.2	37.1b
中	66.9ab	0.0	0.0	0.2	21.6	10.7	32.5bc
少	65.8ab	0.0	0.0	0.0	24.5	9.5	34.0bc
無	71.3a	0.0	0.0	0.0	19.3	9.4	28.7c
分散分析	**	—	—	—	NS	NS	**

発病程度	被害粒			着色粒	死米	備考1.8mm 以上 整粒歩合
	芽くされ	奇形	茶米			
甚	0.2	0.1	0.0	2.0	2.0	43.3b
多	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	63.0a
中	0.0	0.0	0.1	0.0	0.5	62.0a
少	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	64.5a
無	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	66.2a
分散分析	—	—	—	—	—	*

(佐久間ら1992)

表6 発病程度及び部位別収量決定要素

(1980)

項目	甚		多		
	節	首	節	首	桔梗 2/3 以上
1 穂重	0.51 ^g	0.35	0.87	0.68	1.16
精玄米粒数/着粒数	6.60 [%]	3.5	20.1	17.4	43.1
精玄米粒数歩合	23.3 [%]	17.9	35.3	36.8	61.8
精玄米粒重歩合	31.7 [%]	29.2	48.9	46.1	66.7
精玄米千粒重	16.1 ^g	16.0	17.9	17.3	17.0

項目	少					健
	節	首	枝梗			
			2/3以上	2/3~1/3	1/3以下	
1 穂重	1.53	1.21	1.38	1.27	1.38	1.06
精玄米粒数/着粒数	56.4	58.2	60.0	72.0	73.8	72.2
精玄米粒数歩合	67.4	75.2	80.3	86.1	88.0	84.0
精玄米粒重歩合	83.7	80.9	87.4	92.6	92.7	90.8
精玄米千粒重	19.6	19.4	19.9	20.0	19.3	20.3

項目	微					健
	節	首	枝梗			
			2/3以上	2/3~1/3	1/3以下	
1 穂 重	1.17	1.28	1.46	1.86	1.69	1.44
精玄米粒数/着粒数	31.5	58.4	88.3	75.3	62.8	83.8
精玄米粒数歩合	75.0	91.4	92.4	88.2	92.9	97.1
精玄米粒重歩合	100	100	100	100	98.0	98.1
精玄米千粒重	19.3	21.3	19.8	19.8	20.9	19.0

精玄米は粒厚1.8mm以上の玄米

(竹田ら1981)

3) 罹病率と米の品質

これまでも米の品質問題にはふれてきたが、項を改めてみていきたい。

先にも述べたように、玄米の品質評価は、その外観から活米と死米に大別するとともに、活米は青米、茶米、奇形米に分け、残りを上米（完全粒）とし、死米は死青米、死茶米、白死米等に細分するが、一般には死米として一括するのが通常の報告にみられる内容である。勝部氏の報告から概略をひろってみる。

白穂、くびいもち、穂いもちに3区分した穂いもちの罹病程度（率）と上記玄米の品質（外観形質）では、とくに相関関係の高いものとして活青米（相関係数、白穂-0.939、くびいもち-0.952、穂いもち-0.877）、死米（白穂0.936、くびいもち0.984、穂いもち0.963）、上米（白穂-0.908、くびいもち-0.955、穂いもち-0.974）があげられる。

このことから、罹病程度（率）が高くなると活青米と上米が減少し、死米が増加するようになる。中でも死米率は罹病による影響が敏感に反応すると述べている。

1962年から1971年まで10ヶ年にわたる調査から、白いもちと玄米形質の相関係数を表記してあるので参考までに掲載する（表7）。

穂いもちに罹病すると玄米の肥大が阻害されてきて、2.0 mm以下の粒が増加し、2.0 mm以上では罹病率と負の相関関係となるという。このことから当然であるが罹病率が高まることによって1等米格付けが低下することになる。その相関係数は、白穂率で -0.927 、くびいもち率で -0.972 、穂いもち率で -0.983 になると記載している。またこのような玄米は精白の際に碎米率が高まり、白米の検査等級も下落する。さらに穂いもちを精白歩留りを減少させ、乳白、心白粉を多くするが、その率が10%増加するごとに掲き減りが約1%増大($r=0.987$)する関係があるという。

罹病率と玄米の主要成分含量の関係では、

- 1 炭水化物～罹病率の増加に伴って減少する。1971年産米では、白穂率で -0.714^{**} 、くびいもち率で -0.812^{**} 、穂いもち率で -0.796^{**} の相関係数であり、その関連性は密接である。
- 2 タンパク質～玄米中の窒素化合物中でタンパクは罹病率の増加とともに増加する。しかし非タンパク態窒素は減少する。
- 3 脂質～粗脂肪は罹病率の増加に伴って増加する。

以上の関係は罹病率の増大に伴う死米率の増大に由来するものであり、全体の約90%を占める炭水化物が大きく減少するために、タンパク質や脂質は相対的にその割合が増えることになったとみるのが妥当であると述べている。

4) 枝梗いもちと稔実

穂軸、一次枝梗、二次枝梗、小枝梗（果梗）の罹病部位、時期別に病斑の進展と稔実への影響を調査して下記のように考察している。

(1) 一次枝梗、穂軸の罹病

出穂当日から6日ごとに7回、人工接種で部位別の罹病と稔実の様子を検討している。

各一次桔梗先端の穎花の果梗：先とする

穂軸中央部の桔梗分岐点：中とする

穂軸最下部の桔梗分岐点：基とする

に分けた接種では先端部の発病が最も遅く、基部で最も早い。これは品種や年次別に違いがなく、何時も変わらない傾向である。

また、病斑の進展は出穂当日は早く、また15日～20日以降も早い進展であるが、5日、10日めの接種では進展が鈍くなるという。

このような穂の登塾では、基部接種の被害が最も大きく、次いで中央部となり、先端部が最も軽い。最も被害の大きい基部においても、接種20日めでは被害が認められなくなるという。

(2) 二次枝梗の罹病

二次枝梗の先端穎花の果梗に接種して、病斑の進展と稔実状況を調査した。

先ず病勢の進展は、概して後期接種では早まる傾向を示した。稔実への影響はすべてが軽く、中、後期接種では全く認められなかった。このような中で出穂後2日おきに6回の接種で検討した結果は、病斑の進展は出穂当日が最も早いこと、以降経時的に進展は鈍くなるが、12日め以降再び早くなることを観察している。

以上のような推移から、1穂全体の穂の登塾に影響するのは出穂後10日以内の感染に限られると結論している。

(3) 各部位の重複感染と稔実

圃場での実態を観察すると、各部位における単一の感染よりも2箇所以上の部位や、同一部位であっても先端、中央、基部など複数箇所が発病している場合が見受けられる。このような現況から、重複接種による稔実への影響を調査している。

接種時期は出穂当日と出穂 15 日後とし、各種の先端、中央、基部、穂くび部の各部単一接種と、これらの各部位の組合わせ接種で比較検討している。

それによると、両時期接種とも接種部位が基部ほど進展が早く、さらに単一接種よりも重複接種で進展が早い。またこの発病経過を反映して稔実への影響も基部に近いほど大きく、登熟歩合の低下がみられた。

このような穂における重複感染も、その傾向（病斑進展、稔実阻害程度）は単一部位感染の場合と類似していて、全体に感染時期が早いほど、感染部位が基部に近いほど被害は大きくなる。また先端部を数箇所侵された場合よりも基部 1 箇所侵されたほうが被害が大きくなる等である。

以上枝梗いもちの各発病部位（重複感染も含む）と被害について述べてきた。圃場での発病程度が全般に軽微な場合は、くびいもちの発生は少なく、その大部分は枝梗いもちであることが多い。通常調査で防除所、普及センター等で枝梗いもちの発病程度を表現するとき、「しこう 1/3 以上（重症）と 1/3 以下（軽症）」として言日録されることが多い。「1/3 以上」とはそれだけ穂の中央部が基部に近いところの発病も含まれるから、1/3 以上、1/3 以下のもつ品質、減収の意味をよく理解してほしい。

表 7 くびいもちの罹病率と玄米形質との相関係数（ササシグレ）（勝部ら 1970）

年次	青米 (%)	茶米 (%)	死米 (%)	上 (完全) 米 (%)
1962	-0.604 *	0.078	0.893 **	-0.838 ***
1963	-0.904 ***	-0.391	0.946 ***	-0.873 ***
1964	-0.882 ***	0.641 **	0.928 ***	-0.916 ***
1965	-0.914 ***	-0.491 *	0.970 ***	-0.902 ***
1966	-0.540	-0.114	0.856 ***	-0.163
1967	-0.952 ***	0.518	0.984 ***	-0.955 ***
1968	0.029	-0.540	0.846 **	-0.731 *
1969	-0.830 ***	0.397	0.975 ***	-0.942 ***
1970	-0.975 ***	0.880 *	0.980 ***	-0.977 ***
1971	-0.927***	0.811 **	0.946 ***	-0.937 ***

2 節いもち罹病と稔実

節いもちに関する研究は、葉いもちに比較して著しく少なく、わずかに小野小三郎氏によって病気の進行（外部形態）などが明らかにされているにすぎない。同氏は研究が少ない理由として、稲作後期のいもち病は、実験まで2～3か月も待たねばならぬこと、ポット、框試験に依存することがあって、その管理に苦勞すること、葉いもちほど表情が豊かでなく、病徴変化に乏しいことなどをあげている。節いもちの特徴は、節部から折れること、それによって節から上位が早く枯死し、穂の稔実が阻害されること、収穫前に地上に散乱することなどが経験的に認められるところであり、年によっては節いもちの発生で大きな被害をこうむることもある。

節の部分は本来いもち菌の侵害に弱いところである。節が葉鞘に包まれているときにも、この葉鞘内で感染するし、葉鞘から外に抽出した後でも直接菌の侵入をうけて発病することもある。

2章3、1)、(5)では節いもちの発生経過を図示してある。それによると節の部分に黒色病斑が現われ、これが次第に拡大して節の周囲全部が黒変し、ここから折れるようになる。折れかたはその方向がまちまちであるから、昔手刈りの場合にはずい分と苦勞したものであった。

さて、この節いもちの罹病と稔実との関係についての検討も、東北農試（大曲市）で勝部氏により系統的に行われたので、その概要を紹介する。

1) 感染時期、部位と稔実

出穂当日から5日間隔で30日まで、上（第1節）と下（第2節）の節に菌を接種して発病させ、発病率と枯死率の消長とそれに伴う稔実阻害について調査した。その概要は次のとおりである。

- 1 潜伏期間（節いもちの接種から発病までの期間）は上節と下節で異なり上位節で長い傾向を示す。出穂当日接種は上、下節とも同じで短い。出穂5日、10日後接種で長くなり、その後の感染でやや短い傾向を示すようである。罹病期間（接種から稈の枯死までの期間）もほぼ同様である。
- 2 節の罹病による稔実の阻害は、出穂当日は顕著で、登熟率が殆ど得られていない。これに対し15日以降接種では無接種と大差のない登熟歩合で、その影響はみられていない。表からみると、出穂後10日めまでの感染が登熟に影響しているようにみられる（表8）。
- 3 上節は下節よりも潜伏期間は長いが、罹病期間は逆に上節は短いので、ともに同じ時期の感染であれば、枯死する時期は同じであるという。

2) 重複感染と稔実

上、下節に重複感染した場合の被害はどうか、各単一感染と比較している。

- 1 上、下節の同時（重複）発病は病勢進展が早く、潜伏期間が短い。さらに稈の折損も早い（短期間）。
- 2 出穂当日から3日間隔で接種して、稔実状態を重複、単一感染と比較すると、登熟歩合は出穂3日後接種までは重複感染で影響が大きい。しかし、それ以降では差がない。単一接種では、上、下位節に差は見られない。

3) 節いもちと稈の折損

罹病節が折れやすいかどうかを測定するには、稈の上部に重量を加えて調査する「挫折重」を指標とした。そして、稈の太さを考慮して算出した挫折重指数（挫折重/稈直径A、又は、稈断面積B）を求め、それ

らと節の罹病度（節断面積の病斑面積率）との関係を節位別、葉鞘の有無、本田、ポット別栽培などに分けて調査している。

その結果、いずれも高い負の相関関係がみられるから（Aで平均 -0.785^{***} 、Bで平均 -0.862^{***} の相関関係）、節いに伴って、稈が折れやすくなっていく様相が数量的に確認されたとしている。

そのほか自然条件では、葉鞘による節部の抱擁（よう）支持も無視できないことを強調している。

罹病節の折損と風の関係について、発病後に $0.05 \sim 3.0 \text{ m/s}$ の風を毎日2時間当てて、その節からの折損率の推移も調査しているが、上節、下節ともその影響は認められない。むしろ風による稲体の乾燥とか、風速の変化、風向など多くの力学的な検討が必要であろうと考察している。

さらに折損防止対策として、罹病稈を結束（支持）した場合にどの程度登熟歩合を向上できるかについて検討した。

接種を出穂当日から3日間隔で9日まで4回にわたって行い、結束、放任、対照（健全）各区の登熟歩合を完熟期に調査した。

それによると、放任区では接種が出穂日とその3日後（即ち早い感染の場合を示す）で登熟歩合の低下が顕著である。それに対し、結束した区では同様早い時期の感染（出穂当日と3日後）で低下がみられるが、その程度は放任区よりも軽い結果となっている。このことから稔実にみられる被害は、早い感染時ほど結束して折損を防止すれば10%以上（放任区；0日1、3日9、支持結束；0日15、3日18…いずれも指数）もそれを軽減できる場合があると考察した。

節いもちの被害は、単に稔実の障害にとどまらず、後期（収穫期に近いほど）ほど穂が重くなって罹病節からの挫折、切損が多くなり、「ちぎれ」「落ち穂」となって収穫が出来ないことから、減収、被害となって現れてくる。

今日では機械刈りがそのほとんどであり、機械の刈取り性能も著しく

高いので、手刈り時代における節いもちの評価と同一には論じられない面もあるが、早期の感染は登熟阻害が顕著であるから、出穂直後、穂揃1週間後の穂いもち防除の実施によって、節いもち同時防除の実効をあげなければならない。

表8 節いもちの接種部位ならびに接種時期と稔実との関係 (勝部 1966)

接種部位	出穂後接種までの期間 (日)							分散比 (Fo)
	0	5	10	15	20	25	30	
上節	0 ^a	78 ^{bc}	88 ^d	98 ^e	97 ^e	97 ^e	98 ^e	306.0***
下節	6 ^a	76 ^b	85 ^{cd}	92 ^{de}	99 ^e	99 ^e	100 ^e	

注) 数量は各時期の対照を100とした登熟歩合の指数。

同一英小文字付した数値間に有意差(0.05)はない(多重検定)。

3 葉いもちの罹病時期、罹病程度と収量、品質

葉いもちに侵されると、その影響は単にその葉身のみならず、場合によってはその前後に着く葉身や、さらに激しいときには全身的な中毒症状をおこして、いわゆるズリコミ症状を呈するようになる。また、この葉いもちに引続いて穂いもち、節いもちに移行する場合も多く、流動性をもつのが特徴であるから、葉いもち単独と収量、品質（＝被害）との関連を検討することはその処方ですでに困難な問題を含んでいる。パンチ接種法が考案されてから（三沢¹⁴⁾、ほぼ計画どおりの葉位に計画どおりの病斑数を形成できるようになったので、葉いもち単独の影響を解析することが可能となった。勝部氏の業績からこの問題を紹介する。

1) 罹病程度と被害

11 葉期のイネに病葉率 5 %刻みにパンチ接種して止葉期に生育量とその後の収量を調査している。

それによると、止葉期には葉身長、葉鞘長、葉面積、草丈、乾物重で負の相関関係がみられ、罹病程度に応じて減少していることが明らかになっている。即ち葉いもちの罹病程度が高まるにつれて、葉身と葉鞘が短くなり、葉の面積も小さくなっていく。草丈も短くなって乾物重も減少する。このような出穂前の地上部の生育の劣化が収穫期（完熟期）には稈長、穂長、全重、全初重、わら重、籾/わら重比の減少につながり、すべて負の相関がみられる。

葉の罹病と株当りの穂数では、収量に直結する問題だけに関心が強い。一般には葉いもちの発生程度が高まると、草丈が低くなり、茎数は増加する傾向を有する。とくに進展性の病斑では顕著である。

12 葉期にパンチ接種して、葉の罹病度を変えた場合に発病指数（罹

病葉率×1葉当り病斑数)と穂数では高い正の相関がみられ、罹病度が大きくなれば穂数がふえる結果となっている。葉の罹病度が極限に近づくにしたがってズリコミ症状となるのであるが、このようなイネでは、出穂後には短小な穂が多数形成しているのが通常的に観察されるのはこの好例である。

罹病葉率と収量構成要素間の関係は、実際の圃場で葉いもち罹病度の異なるイネを用いて、さらに年次間の変動を考慮して10か年間の調査からその傾向を導入している。この場合には可能な限り穂いもちの発生を排除(防除をほぼ完全に行って)して、その傾向を検討している。

それによると、糶重、屑米重は罹病葉率と正の相関関係が、全重、精糶重、粗玄米重、精玄米重、玄米1000粒重、わら重、籾/わら重比は負の高い相関が認められ、その傾向は穂いもち発生の場合と同様である。直接の収量は玄米1000重、精玄米重で表示されるが、これが罹病程度と密接な関係にあるから、葉いもち単独の影響も無視するわけにはいかない。

また、罹病葉率と玄米形質の関係では、罹病葉率の増大に伴って死米が増加し(相関係数0.938**)、上米(完全米)が減少(同-0.945**)する。この傾向は穂いもちのケースと同様である。さらに奇形米が増加(同0.846*)するが、これはズリコミ症が穂にも影響して、籾の倭小化、ねじれによる変形がその理由と考察している。

葉いもちに感染した時期(葉齢)と品質、収量の関係については8葉期から止葉期まで、罹病葉率20%になるようにパンチ接種して検討している。その概略は次のとおりである。

- 1 罹病葉位とイネの生育では、出穂期における生育量でみると、病斑進展の激しい11葉接種で顕著であり、次いで10葉、12葉の順であった。止葉接種では稈長が短くなる(これより下位の14葉、13葉に比較して)傾向が最も強くあらわれるが、これは止葉の発病に

よってミゴの伸長が停止して、穂が出すくみの状態となるためであるとした。

- 2 罹病葉位と収量の関係は、同様に葉位別の接種によって検討したが、イネ生育に影響の大きい11葉期接種で顕著であった。この圃場実験では、各葉齢期に接種してから穂ばらみ期まで以後の発病を抑制していないので、正確には接種葉齢期以降の発病が加味された被害と述べている。これは換言すれば葉いもち感染期（感染葉齢）と被害との関係であるともいうことが出来る。

ポット試験では接種葉齢だけの発病として、以後その罹病葉を切除して、各葉齢期間だけ罹病させて、イネ生育と収量の関係をみている。それによると12葉齢接種で穂数が最も多く、稈長、穂長、1穂重が最も小さくなった（発病に関係なく、穂数が多くなれば1穂重や穂長が短くなるのは一般的にみられる傾向である）。

登熟歩合、収量は14葉期接種（止葉の次葉）でその影響が顕著であった。

この試験は前述のように、各葉位の1枚のみの発病に限った場合の結果であるので、当然であるが自然発病とは異なる発生経過と理解されたい。

- 3 罹病葉位と玄米形成では、生育、収量の場合と同様に、11葉齢期に接種して以後のまん延を防止しない区で影響が大きく、健全区に比較して上米が約1/3に減少し、茶米、奇形米は約2倍に増加したと述べている。

以上各葉齢期接種（パンチ接種）と生育、収量、品質の関係から、12～14葉期の罹病が被害が大きく、10葉齢期以前では若齢期ほど軽い。若齢時の発病の影響が小さい理由は、出穂までの期間が長いいため、いもち病によって乱された生理機能が回復したこと、12葉齢期は幼穂の一次枝梗の始原体分化期に相当して、幼穂の発育阻害に働くこと、14葉齢期は幼

穂の花粉母細胞の充実期から減数分裂初期に相当しているため、この時期の罹病によって、生殖細胞の分化に影響して、穎花の受精に害作用を与えたこと等をその理由としてあげている。

葉いもちの発病は、出穂期に近い場合ほど収量、品質に影響が大きい。それは直ちに穂いもちに移行して直接的に被害を与えるケースのほか、葉いもち単独のイネの影響が、出穂前において顕著にみられることを十分に承知しておくべきである。

4 いもち病に対する被害抵抗

農家の立場に立って、病気による被害を考えると、それは葉に何個の病斑が発生したというようなことではなくて、米の収量が減ったかどうか、品質が低下したかどうかが問題となるのである。発病しても常に収量にひびくと限らないし、同程度に発病しても収量にひびくときと、あまりひびかない場合とがある。このような収量又は品質の立場から抵抗性を考えた場合に被害抵抗ということが重要になるのである。

イネが病気にかかると、恢復する力、補償する力が現れてくる。これらの力の強いものは、病気にかかっても収量の減少等があまり目立たない。これは被害抵抗が強いというのである……といもち研究の先輩、小野小三郎氏は被害抵抗の概念を述べている^{15, 16)}。そして1954年から3年間、60品種前後のイネで、首いもち発病程度と収量の関係から、品種の被害抵抗性の強弱について調査し、明らかに強いもの、弱いもののあることを知ったが、まだ結論めいたところまでは進まなかったと述べている。

この点をさらに解明するために、勝部氏は草型、熟期の異なる品種群を用い、主として穂くびいもち罹病に伴う減収の様相を比較検討しておられる。

その概要を紹介する。

1) くびいもちの被害にみられる品種間差異

出穂30日めの罹病率と収量と関係は、各品種とも高い負の相関がみられるが、その中で、早生種群よりも晩生品種群で減収度合いが高いという。接種時期別の被害と籾1,000粒重でみると、出穂15日めまでの罹病では品種間で12～24%も被害差(約2倍)がみられている。

2) 各品種の収量、品質の差異

穂いもちの完全防除区を無処理区の収量差から減収率を求めると、早生品種で21.0～26.3%、晩生品種で30.8～39.0%であり、明らかに晩生種群で減収割合が高い。

いっぽう穂いもち罹病率を10%で統一してみると、早生種の減収率は4.8～4.9%であるのに対して、晩生種では7.4～7.5%となった。さらに上米の減少率は早生種で24.6%、晩生種35.2%となり、量、質とも品種群間に差が認められた。

上記、1)、2)に示した品種間の差異は、早、晩生品種の登熟スピードに基因する可能性が強いと考えられたので、健全稲(3品種)での籾1,000粒重と着生部位別の籾1粒重を5日間隔で調査してみると、早生種では20日から25日めに35日と同等の1,000粒重が得られたのに対して、晩生種では30日めでも約90%しか得られていないから、登熟速度には品種間差異があって、これが減収程度の違いになるものと推定している。

3) くびいもち接種時期と発病率、枯死率の推移

3品種を用いて出穂後に経時的に接種して発病経過を調査している。それによると、藤坂5号は他の2品種に比較して発病しにくく、発病しても枯死しにくいことが判明した。また早生種のなかでも、穂重型の藤坂5号よりも穂数型のハツニシキでは、発病が早く、枯死が速やかであったという。

以上から被害抵抗は、前述の登熟速度と、品種固有の進展抵抗の組合せによって発現するものであると考察している。

4) 葉いもち抵抗性と穂いもち抵抗性を異にする品種

一般に葉いもちにはかなり強くても、穂いもちには侵されやすい品種が多いが、中にはこの逆の品種も存在する。前者の代表としてササシグレ（1963年の多発生を機に翌年からササニシキに交替した）、後者の代表として「こがねもち」があるが、この2品種を中心にその機作について検討した。その結果はおおむね次のとおりである。

- 1 こがねもちは葉身をしばった汁液中でのいもち病菌分生胞子の発芽率が高く、また、葉鞘検定による伸展度も大きいことが判明した（葉鞘検定については後述する）。
- 2 このことから、こがねもちは葉いもちに侵されやすい体質を持っていると判断されるし、事実圃場では毎年多発生した。
- 3 しかし、穂ばらみ期に入るところから次第に抵抗的になり、伸展度も小さくなって、ササシグレとは逆転する。
- 4 穂いもち発病率はササシグレにくらべて著しく低率となる。
- 5 両品種の耐病性の推移が交叉（逆転）する時期は、伸展度の推移から判断して、分けつ後期から穂ばらみ期にあると推察される。

以上の事実から、いもち病の被害を論ずる場合には、このような品種特性も十分に考慮する必要があると述べている。

さて、先述の葉鞘検定法についてふれてみる。

イネがいもち病に対して、かかりやすい体質なのか抵抗的であるかを知ることは、その後の病気の進展をはかる意味で極めて大切なことからであり、このことから発生予察に利用されてきた経緯があった。この方法は実際にいもち病菌をイネ葉鞘裏側に注入接種して、菌が葉鞘裏面細胞内にどの程度侵入したか、細胞内の反応はどうかを直接顕微鏡で観察することによって、イネの抵抗性の程度を判定しようとするものである。この方法ははじめ坂本正幸氏によって考案され、後に高橋喜夫氏（北海

道農試、岩手大学を経て山形大学農学部教授となる)が発生予察に利用しやすいように工夫された方法である^{1, 17, 21)}。

方法の概略は発生予察圃のイネを用い、いもち初発 10 日前から出穂期までの間 7 日ごとに、毎回株の最長茎の第 3 葉鞘、詳しくは最上位葉か次葉長の 1/2 に達したときの第 3 葉の葉鞘を用いる。但し、穂ばらみ期以降は第 2 葉鞘とする。この葉鞘 5 本ずつをとり、この葉鞘 (長さ 10 ~ 15 cm) 内に孢子浮遊液をスポイトで注入して、ペトリ皿の湿室に納め、24 ~ 25 °C に 40 時間保った後、この葉鞘細胞内の菌の伸展度を測定して、圃場の発病度との関係を求めようとするものである。伸展度は菌糸の細胞内侵入程度や、細胞の反応 (顆粒、着色状況) によって指数化して (0.5、1、2……)、伸展度 1.0、2.0、3.5 等を求めてそのイネの抵抗性の強、弱を判定しようとするものである。

1955 ~ 1965 年ころ各県農試で予察に利用・検討された経緯があった^{18, 19)}。

●参考文献

- | | | |
|-----------|---------|-----------|
| 1) 千葉末作ら | 北日本病虫研報 | 17 (1966) |
| 2) 勝部利勝ら | 北日本病虫研報 | 13 (1962) |
| 3) 勝部利勝 | 北日本病虫研報 | 14 (1963) |
| 4) 勝部利勝ら | 北日本病虫研報 | 15 (1964) |
| 5) 勝部利勝ら | 北日本病虫研報 | 16 (1965) |
| 6) 勝部利勝ら | 北日本病虫研報 | 17 (1966) |
| 7) 勝部利勝ら | 北日本病虫研報 | 18 (1967) |
| 8) 勝部利勝ら | 北日本病虫研報 | 19 (1968) |
| 9) 勝部利勝ら | 北日本病虫研報 | 21 (1970) |
| 10) 勝部利勝ら | 東北農試報告 | 39 (1970) |
| 11) 勝部利勝ら | 北日本病虫研報 | 22 (1971) |

- | | |
|-------------|--------------------------|
| 12) 勝部利勝 | 農業研究 24.3 (1978) |
| 13) 勝部利勝 | 稲いもち病、養賢堂 183～187 (1987) |
| 14) 三沢正生 | 植物防疫 13、15～16 (1959) |
| 15) 小野小三郎 | 稲の病害とその防除法、養賢堂 (1953) |
| 16) 小野小三郎 | イネいもち病を探る、日本植物防疫協会(1994) |
| 17) 農林省振興局 | 病害虫発生予察実施要綱 (1958) |
| 16) 大森秀雄ら | 北日本病虫研、特別報告 6 (1965) |
| 19) 齊作男 | 宮城県農試報告 19 (1962) |
| 20) 佐久間比路子ら | 北日本病虫研報 43 (1992) |
| 21) 高橋喜夫 | 山形農林学会報 13 (1959) |
| 22) 竹田富一ら | 北日本病虫研報 32 (1981) |

