

穂いもち伝染源量の変動要因の解析

(2) 上位葉病斑からの孢子離脱数*

荒井治喜・吉野嶺一**

Michiyoshi ARAI and Reiichi YOSHINO** :
Analysis of affecting factors on density of inoculum source
for panicle blast in a paddy rice field
(2) Number of spores released from single lesion on upper leaves

イネの主要病害であるいもち病を効率的に防除するためには要防除水準の設定が重要であり、葉いもちに加えて減収の直接的原因となる穂いもちの発生予察が不可欠である。これまでも、いもち病菌の孢子形成、孢子離脱と飛散および侵入を定量化し、いもち病発生量を予測しようとする研究が行われてきた^{1,12)}。また、葉いもちでのモデル¹⁾を基盤にして穂いもち発生²⁾のシュミレーションモデルの構築も試みられている³⁾が、発生要因の複雑さから広く利用されるまでには至っていない。穂いもちの発生に関与する伝染源としては、葉身上で増殖しているいもち病菌が最も重要であり、特に上位3葉の病斑数と穂いもちの発生に高い相関が認められている⁷⁾。一方、穂いもち感染期におけるいもち病菌の空中飛散孢子数には、大きな日変動があることが知られている^{8,11)}。空中飛散孢子数を左右する要因としては、イネ群落内の病斑数や病斑型、環境条件など様々な要因の関与が考えられ、葉いもち病斑数の多少だけで穂いもち発生量を予測することは難しく、穂いもちの感染成立過程には未解明の部分が多く残されている。

本試験は、穂いもち感染成立過程での伝染源量の変動に焦点を絞り、いもち病自然発生圃場において空中飛散孢子数を調査しながら、その変動要因を明らかにすることを目的とした。前報²⁾では、単一病斑から自然条件に近い状態で離脱孢子を捕捉する装置を考案して、止葉病斑からの離脱孢子の日変動を調査し、変動要因の解析を試みた。本報では、さらに穂いもち伝染源となり得る上位葉病斑からの離脱孢子数の変動を、葉位別に解析した。

材料および方法

1987年、北陸農業試験場圃場に品種コシヒカリを5月13日に移植し、総窒素施用量を10a当たり10kgと多めにした以外は、慣行に従って栽培した。いもち病菌(長69-150菌株, レース007)を接種した罹病苗を6月26日に混植して、いもち病の発生を促した。

イネ群落内における葉いもち病斑の分布を明らかにするために、試験圃場から15株を抽出し、同一株を7月29日、8月5日、8月12日、8月21日、9月2日に調査し、葉位別に株当たりの葉いもち病斑数の推移を調べた。

空中飛散孢子的の採集は、圃場に水平式の孢子採集器を草冠高に設置し、毎日17時前後にグリセリンゼリー塗布スライドガラスの交換を行い、18×18mmのカバーガラス当たりの孢子数を計測した。採集期間は葉いもち発生初期の7月10日から9月2日までである。

分生孢子形成能の査定は、止葉(n葉)、次葉(n-1葉)、次々葉(n-2葉)の異なる葉位から7月30日、8月4日、7日、10日、14日、19日、24日の7回にわたって病斑を採取し、毎回3病斑を供試して加藤・佐々木⁷⁾の方法に従い、28℃暗黒下の湿室に15時間静置後、1病斑当たりの分生孢子形成数を血球計算盤を用いて計測した。

単一病斑からの離脱孢子的の捕捉は、前報²⁾で報告した孢子捕捉装置を用い、各葉位から抽出した3個の単一病斑にそれぞれ取り付け、グリセリンゼリー塗布スライドガラスを毎日17時前後に交換した。なお、装置の設置が遅れて8月3日になってしまったために、出穂初期のデータを得ることはできなかった。また、前報²⁾では、ほぼ同一出現日の止葉病斑を選んで供試しているが、本試験では葉いもちが少発生であったことから、葉位別に病斑をマーキングして出現日を特定することは難しかった。このため、イネ群落内のそれぞれの葉位から掲点型

北陸農業試験場 Hokuriku National Agricultural Experiment Station Inada, Joetsu, Niigata 943-01

* 本報告の概要は、昭和63年4月の日本植物病理学会大会で発表した。

**現在 ゼネカ株式会社

を除いた明瞭な病斑を選び、分生孢子形成能の査定と分離孢子的の捕捉に供試した。

圃場内の微気象条件を観測するために、サーミスタ式温度センサー(乾球, 湿球)と自作の電気式結露センサーを圃場内イネの草冠高に設置して、温度記録計と結露計に接続し、イネ群落内の気温と湿度およびイネ葉面の濡れ時間を測定した。結露計は鈴木¹⁰⁾が試作したものを基本形として改良を加え、センサー部分を紙と白金パラジウム線を組み合わせたものに変更したものである。また、併せて当時農業気象研究室(当時)の観測データを利用した。

結 果

気象庁による北陸地域の梅雨明け宣言は、8月7日と記録的な遅さとなった。農業気象研究室の観測によると、6月と7月の平均気温はほぼ平年並みであったものの、降水量は平年の約半分と少なく空梅雨気味で、降雨日が連続することは少なかった。穂いもち発生期である8月の気象概況は、平均気温が平年比 -0.8°C の 25.0°C とやや低目で、降水量は平年比71%の125mmと少なく、8月5日の67mm以外に10mm以上のまとまった降水量を記録したのは、22日と26日のみであった。9月の前半は残暑が厳しく高温傾向で、降雨があったのは1日のみであった。後半になって気温が下がり降雨があったものの、月間降水量は平年の約40%と、引き続いて極端な少雨傾向が続いた。なお、7月16日および23日、8月8日および30日~31日にフェーン現象が発生し、高温乾燥条件となった。このように、1987年のいもち病発生期間中の気象条件は平年のパターンと大きく異なり、特に降水量が少なく、いもち病の感染には不適な条件となった。

試験圃場のイネは、生育初期が高温多照であったために生育が早まり、出穂期は8月4日と平年より早かったが、過繁茂状態で出穂の揃いも悪く、登熟期後半には大

部分が倒伏してしまった。罹病苗植え込み一週間後の7月3日から葉いもち病斑が確認され、しだいに拡大していったものの感染好適条件が続かず、葉いもちの病勢進展は緩慢となった。このため、葉いもち、穂いもちともに少発生となってしまったが、上位葉にも病斑が認められ、止葉にも病斑が散見された。第1表に示したように、出穂期(8月5日調査)における上位葉の葉いもち病斑数は、株当たりおよそ7個であった。7月29日には $n-2$ 葉に最も病斑が多かったが、8月5日には $n-1$ 葉と n 葉の病斑が増加し、穂揃期以降は枯れ上がりに伴い下位葉の病斑はしだいに消失していった。9月2日調査の穂いもち罹病率は40.3%であったが、枝梗の発病が主であった。

結露計による葉面濡れ時間は、降雨に対応して8月1日、6日、10日、18日を中心にとまって記録された。さらに13日から17日にかけては、夜間の結露による葉面濡れ時間が連日記録された(第1図)。

圃場内の空中飛散孢子は、欠測日を除いてほぼ毎日記録されたが極めて大きな日変動が認められた。葉いもち最盛期の7月20日以降は飛散数が多くなり、特に7月20~21日には $18 \times 18\text{mm}$ のカバーガラス当たり311個、25~26日は466個、28~29日は211個が記録され、大きなピークが認められた。これらのピークはいずれも降雨日に対応しており、展開中~完全展開期の止葉の感染につながっているものと考えられる。8月に入ってからは、出穂初期の1~2日にかけて観測期間中の最大値を示し、カバーガラス当たり579個(1 cm^2 当たり換算して179個)の孢子が採集された。さらに2~3日、6~7日にかけても大きなピークが認められたが、8月7日以降の採集孢子数はわずかとなり、明瞭なピークは出現しなかった(第1図)。

分生孢子形成能の査定を行った病斑は病斑長にばらつきが認められたが、葉位別に平均してみると、 n 葉上の病斑は止葉完全展開期から出穂期までの間に伸長し、そ

第1表 葉位別の株当たり病斑数¹⁾の推移(1987年)

葉位 ²⁾	調 査 月 日				
	7月29日	8月5日	8月12日	8月21日	9月2日
n	0.47	1.47	1.27	1.73	0.80
n-1	1.93	2.40	2.53	2.53	0.07
n-2	2.27	1.73	1.67	0.87	- ³⁾
n-3	1.80	1.40	0.80	-	-
計	6.47	7.00	6.27	5.13	0.87

注1) 同一15株調査の平均値(個/株)、平均穂数(30.6本/株)

2) n=止葉

3) 枯れ上がり等により調査不可

第2表 葉位別病斑の分生孢子形成能と病斑長の推移 (1987年)

葉位	調 査 月 日						
	7月30日	8月4日	8月7日	8月10日	8月14日	8月19日	8月24日
n	392 (5.6)	1360 (11.3)	2067 (11.5)	320 (13.8)	0 (11.2)	147 (12.2)	0 ²⁾ (11.8) ³⁾
n-1	536 (11.8)	187 (8.2)	93 (13.8)	40 (14.0)	0 (19.0)	547 (28.5)	0 (13.5)
n-2	1384 (17.8)	360 (25.7)	133 (26.3)	0 (28.0)	0 (27.5)	-	- ⁴⁾
n-3	24 (21.3)	-	-	-	-	-	-
n-4	24 (7.4)	-	-	-	-	-	-

注1) n = 止葉

2) 分生孢子形成能 = 供試3病斑の平均値 (個/病斑)

3) 病斑長 = 供試3病斑の平均値 (mm)

4) 枯れ上がり等のため調査不可

の後は伸びが緩慢となり比較的小さな病斑となっている。n-1およびn-2葉上の病斑は、n葉上病斑に比べて病斑長が長いものが多く、病斑長のばらつきも大きかった。n-2葉上病斑では、40mmを越える長さの病斑も認められた。これは、同一葉位であっても発現日の異なる病斑が混在し、病斑を取り巻く環境も異なるためと考えられた。分生孢子形成能も、供試病斑によってばらつきが認められたが、葉位によって形成能のピークは大きく異なった。n-1およびn-2葉上病斑の孢子形成能のピークは出穂よりも前に存在し、出穂期には低下してしまっているのに対し、n葉上病斑の形成能は、穂揃期前後にピークが認められた。また、いずれの葉位の病斑も8月の中旬には、分生孢子形成能が著しく低下したが、その後19日の査定では、nおよびn-1葉上の病斑で孢子形成能の回復が認められた。また、出穂初期の7月30日には、n-3とn-4葉の査定も行ったが、わずかに分生孢子形成能が認められ、少なくとも上位5葉に存在する病斑は、この時期に分生孢子形成能を保持していると考えられた(第2表、第1図)。

離脱孢子捕捉装置を取り付けた供試病斑は8月3日の時点で、すべてybg・標準止まり型の病斑¹⁾となっていた。単一病斑からの離脱孢子数は、n葉では8月5日~7日の2夜連続と9日~10日に大きなピークが認められ、18日~19日にも小さなピークが認められた。6~7日にかけての夜間に病斑番号3からは2,258個の離脱孢子が捕捉され、本試験中の最高値を示した。なお、病斑番号1は他の病斑と同様な挙動を示すものの、離脱孢子数は極めて少なかった。n-1葉では、8月5~6日と8~9日にピークが認められたが、n葉上病斑に比べ

ると離脱孢子数は少なかった。n-2葉では離脱孢子数は少ないものの、7~8日、9~10日、18~19日に小さなピークが認められた。また、いずれの葉位の病斑でも11日~16日にかけてはほとんど孢子は捕捉されなかった。試験期間中に1個の病斑からは、総計で46~4,421個の離脱孢子が記録され、病斑によって大きな差異が認められた(第3表、第1図)。

考 察

穂いもち伝染源となる空中飛散孢子数は、イネ群落内に存在する様々な来歴を持つ病斑集団による孢子形成と飛散の総和と考えられ、既往の研究から極めて日変動が大きいことが知られていた^{9,11)}が、本試験でも再度確認された。

葉いもち病斑上における分生孢子的形成と離脱に関する研究の多くは、イネ体から切り離れた病斑を供試している^{3,7,9,11)}。本試験では前報²⁾に引き続いて、これまで研究の少なかった穂いもち感染期の葉いもち病斑からの離脱孢子数を、より自然条件に近い状態で捉えることを試みた。止葉(n葉)病斑からの離脱孢子数には、極めて大きな日変動が認められたが、それには複数の要因が考えられる。離脱孢子数の3つのピークのうち5日夜からの第1のピークは、分生孢子形成能の高まりと降雨に伴う葉面濡れ時間の持続によって、病斑上での孢子形成・離脱が活発に行われたためと考えられる。9日夜からの第2のピークも同様に葉面濡れ時間に対応しているが、分生孢子形成能が低下してきているため離脱孢子数は第1のピークより少なくなったものと考えられる。さらに18日前後の第3のピークは、降雨に伴って連続した葉

第3表 葉位別単一病斑からの離脱胞子数の日変動(1987年)

葉位 ¹⁾	離脱胞子数(個/病斑)								
	n			n-1			n-2		
病斑番号	1	2	3	1	2	3	1	2	3
病斑長 ²⁾	5.0	9.7	8.2	13.0	15.4	13.2	13.0	10.3	15.4
感染型 ³⁾	ybg	ybg	ybg	ybg	ybg	ybg	ybg	ybg	ybg
月日									
8月3~4日	1	49	123	0	1	1	0	1	2
4~5	0	4	17	2	14	10	0	12	0
5~6	19	63	1048	48	67	502	0	0	5
6~7	0	5	2258	0	7	41	0	0	0
7~8	2	107	140	6	36	31	0	25	51
8~9	0	0	0	0	0	1	0	0	0
9~10	9	407	777	101	12	335	62	0	3
10~11	3	93	4	6	3	18	3	3	0
11~12	4	0	0	0	2	11	0	1	0
12~13	4	2	1	0	4	6	0	1	0
13~14	1	0	0	0	0	2	0	0	0
14~15	1	1	1	0	0	0	0	0	4
15~16	2	2	0	0	1	4	1	0	3
16~17	0	1	3	0	0	4	0	1	1
17~18	0	63	2	0	0	0	0	0	0
18~19	0	159	45	0	0	8	109	0	0
19~20	0	0	0	0	0	0	44	2	2
20~21	0	0	2	0	0	0	2	31	0
計	46	956	4421	163	147	974	221	77	71

注1) n=止葉

2) 8月3日, 離脱胞子捕捉装置取り付け時の病斑長(mm)

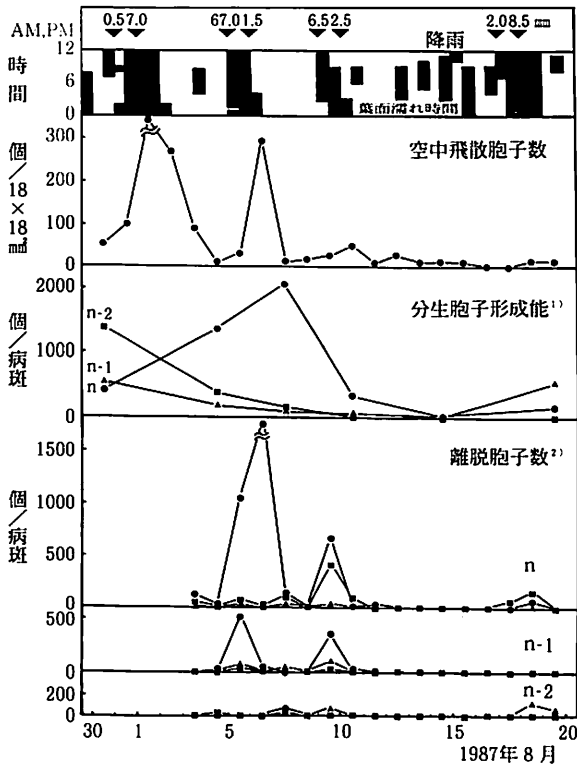
3) 籾谷(1955)

面濡れ時間が得られたために, 病斑の活性が高まり胞子の形成と離脱が行われたと推察された。一方, 8月8日には, 分生胞子形成能がほぼピークを迎えているにも関わらず, 供試3病斑からは胞子の離脱がまったく認められず, 空中飛散胞子数も急減している。これは, フェーン現象によって高温で乾燥した風が一日中強く吹いたことによると考えられた。また, n葉の病斑番号1と3の病斑では, 調査期間中の離脱胞子数の総計におよそ100倍の差があったことから, 肉眼的には同じように見える病斑でも, 分生胞子形成能や実際の離脱胞子数には大きな差異があることが明らかとなった。

n-1およびn-2葉の病斑からの離脱胞子数も, n葉とほぼ同様の推移を示しているが, 胞子数はn葉に比べて明らかに少なく, 分生胞子形成能の低下に対応しているものと考えられる。しかし, n-2葉上の病斑でも8月18日から21日にかけて, 離脱胞子が得られていることから, 登熟期間中期のn-2葉上病斑でも伝染源と

なり得ることが確認された。これら上位3葉の病斑からの離脱胞子数の日変動パターンは, 空中飛散胞子数の変動とほぼ同様の推移を示したことから, これら単一病斑からの離脱胞子数の増減が空中飛散胞子数の変動につながっているものと考えられた。なお, 加藤・佐々木⁷⁾は穂いもち, 特に初いもち病斑上に形成された分生胞子の伝染源としての重要性を指摘しているが, 本試験では穂揃期以降の空中飛散胞子数が低レベルで推移したことから, 初いもち病斑の伝染源としての役割は不明であった。

いったん離脱胞子がほとんど認められなくなった病斑から, 数日後に胞子の離脱が復活する現象が複数の病斑で確認されたが, 夜間の結露による葉面の濡れが4日間連続して続いたことによって, 病斑の分生胞子形成能が再び高まり, 胞子形成と離脱を起こすようになったと考えられる。このことから, 病斑を取り巻く環境条件によって, 病斑の分生胞子形成能も変化する可能性があるものと考えられ, この点について今後検討する必要がある。



第1図 上位葉病斑からの離脱孢子数と、降雨日、葉面濡れ時間、分生孢子形成能、空中飛散孢子数との関係

注1) 3病斑の平均値

2) 病斑番号1: (■), 2: (●), 3: (▲)

岩野⁶⁾は、単一病斑を湿度飽和状態に保ちながら離脱孢子を捕捉できる装置を考案し、梅雨期間中の自然感染病斑からの離脱孢子数を圃場で調査した結果、pg型病斑から1晩に約15,000個の分生孢子の離脱を記録している。また、病斑型によって離脱孢子数に大きな差異があること、日中の気象条件が夜間の離脱孢子数に強い影響を及ぼしていることを推察しており、吉野¹²⁾も同様の報告をしている。古賀⁸⁾も回転式孢子採集器による調査によって、降雨日からその翌々日までの間に空中飛散孢子数が多くなることを観察している。これらの報告は、本試験の結果とよく一致し、病斑の経歴が離脱孢子数に大きく影響していると考えられる。また、梅雨期間中の葉いもち発生最盛期の病斑と穂いもち感染期の病斑では、離脱孢子数に大きな差異があると考えられることから、伝染源量を評価する上で注意が必要であろう。

以上のことから、出穂期前後における空中飛散孢子数は、上位葉を中心とする葉いもち病斑からの離脱孢子の

多少によって変動し、離脱孢子数には個々の病斑の質を表す分生孢子形成能と、その能力を発現させる環境条件のうち、特に結露や降雨による葉面の濡れ時間が大きく関与しているものと推察された。葉いもち病斑の分生孢子形成能は、葉位の差による病斑の発現後日数の差によって変動するが、同一葉位上の病斑であっても差異が大きく、イネ群落全体では病斑の質に大きなばらつきが存在すると考えられた。また、結露や少量の降雨による葉面の濡れが数日間連続した場合には、その後の孢子形成・離脱を促進し、フェーン現象など高温乾燥条件は抑制するものと考えられた。

本試験によって、穂いもち伝染源となる空中飛散孢子数の変動要因がある程度明らかとなったが、穂いもちの発生予察には、さらに伝染源量の評価手法の確立が必要であると考えている。

摘 要

北陸農試場内のいもち病発生圃場において、いもち病発生期間中の空中飛散孢子数の日変動を調査した。さらに穂いもち感染期には、上位3葉の葉位別病斑から自然条件に近い状態で離脱孢子を捕捉し、その日変動を調べた。併せてイネ群落内の葉位別病斑数と病斑の孢子形成能の査定、微気象観測を行い、穂いもち感染期における伝染源量の変動要因を解析した。

空中飛散孢子数と上位3葉の病斑からの離脱孢子数には、大きな日変動が認められるとともに、両者はほぼ同様の推移を示した。また、調査期間中の単一病斑からの総離脱孢子数は、46~4,421個と差異が大きかった。本試験の結果から、出穂期前後における空中飛散孢子数は上位葉病斑からの離脱孢子数の多少によって変動し、個々の病斑の分生孢子形成能と環境条件、特に結露や降雨による葉面の濡れ時間が大きく関与しているものと考えられた。さらに、葉位による差に加えて同一葉位の病斑であっても、分生孢子形成能や離脱孢子数には大きなばらつきが存在した。

引用文献

- 1) 鏡谷大節 (1955) 葉稲熱病の感染型に就いて。枋内吉彦・福士貞吉両教授還暦記念論文集: 197~201.
- 2) 荒井治喜・吉野嶺一 (1996) 穂いもち伝染源量の変動要因の解析 (1) 止葉病斑からの孢子離脱数。北陸病虫研報 44: 31~34.
- 3) Barksdale, T.H. and Asai, G.N. (1961) Diurnal spore release of *Piricularia oryzae* from rice leaves. *Phytopathology* 51: 313~317.
- 4) 橋本 晃・平野喜代人・松本和夫 (1984) シュミレーションによる葉いもちの発生予察に関する研究。

- 福島農試特報 2 : 1~104.
- 5) 石黒 潔・橋本 晃 (1988) 穂いもちシュミレーションモデルの開発 第1報 基本モデルの構造. 福島農試報 27 : 1~19.
- 6) 岩野正敬 (1984) イネいもち病病斑からの胞子の離脱に関する研究. 北陸農試報 26 : 67~95.
- 7) 加藤 肇・佐々木次雄 (1974) イネいもち病の疫学的研究 特にイネ体上におけるいもち病菌の増殖過程と穂いもち発生量の数値的予測. 農技研報 C28 : 1~61.
- 8) 古賀博則・小林尚志・吉野嶺一 (1988) 自然感染による穂いもち発生と気象要因. 北陸病虫研報 36 : 1~5.
- 9) 栗林数衛・市川久雄 (1952) 稲熱病の発生予察に関する研究. 長野農試報 13 : 1~229.
- 10) 鈴木穂積 (1967) 葉上水滴の存在時間を測定する器械の試作. 北陸病虫研報 15 : 21~22.
- 11) 鈴木穂積 (1969) いもち病菌胞子の動態およびそれによる発生予察法. 北陸農試報 10 : 1~118.
- 12) 吉野嶺一 (1979) いもち病菌の侵入に関する生態学的研究. 北陸農試報 22 : 163~221.

(1996年9月25日受領)