

自然感染による穂いもち進展過程について

古賀 博則・吉野 嶺一*

Hironori KOGA and Reiichi YOSHINO*: Development of panicle blast
caused by *Pyricularia oryzae* Cav. in a rice field

圃場における穂いもち発生量と気象要因との関連については、これまで多数の報告があるが^{2,3,5)}、個々の穂における穂いもちの発病過程の研究は乏しいようである⁹⁾。個々の穂において病徴が出穂後のどの時期に、どのような環境条件の下で発現し、どのような速さで、どのように伸展していくかを明らかにすることは、圃場全体の穂いもちの発病過程を把握するうえで不可欠であると考えられる。

穂いもちは多くの場合、その病徴によってある程度判定できるが、発病初期の籾、穂くびなどではいもち病菌に起因するものであるか否かの判別が困難な場合も少なくない。このため、筆者らは穂の発病がいもち病菌に起因するものであるか否かを短時間で判別できる蛍光色素染色法による観察法を考案し報告した⁴⁾。

本論文では、この観察法を適用して、いもち病に自然感染した個々の穂について、その発病過程を明らかにすることを目的とした。

材料および方法

1. 耕種法

1984年および1985年にイネ品種越路早生、日本海、コシヒカリおよび愛知旭を、北陸農業試験場内の圃場で栽培した。育苗は機械移植用箱で行い、手植えとした。栽植密度は60株/m²、基肥として10アール当たり成分量で16kgの窒素肥料を投与した。

2. 調査法

1985年に越路早生と日本海のそれぞれ132株について、自然感染による枝梗・穂軸・穂くび・みごでの病徴発現に至るまでの出穂後日数を調査した。また、いもち病菌による感染であることを確認するために、1穂毎に出穂日を記し、発病した穂すべてを毎日採取し、発病部位をカルコフルオールホワイトで染色後、蛍光顕微鏡下で観察した⁴⁾。1穂毎の病斑拡大の追跡調査は、1穂毎にラベルを付け、出穂日を記録し、穂の略図(第1図)に

穂いもち罹病部位の進展経過を1~数日毎に色鉛筆の色を変えて記録した。1984年には越路早生77本、日本海74本、コシヒカリ90本、愛知旭30本について、穂いもち進展の追跡調査を行った。調査終了後に、発病部位がいもち病菌に起因するものであることを蛍光顕微鏡下で確認した。なお、本報で出穂とは止葉葉鞘部より先端籾が露出する状態に至ったことを指し、そのような個体のみ取り扱った。

3. 試験期間の気象

感染に関与する気象条件については、北陸農業試験場気象資源研究室のデータを借用した。

結果および考察

1. 穂の器官別の病徴と病徴発現までに要した日数

1985年の越路早生の出穂期は8月3日、日本海は8月8日であった。この年の出穂前後には、8月5日に2.5mmの雷雨、8月10日に3.0mmの雷雨、8月12日に0.5mmの降雨、8月27日に0.5mmの降雨があったのみで、それ以外の日には全く降雨がなかった。この年の試験圃場における穂いもち発病度は、越路早生4で、日本海14であった⁵⁾。1985年の気象条件下において器官別に越路早生では出穂後18~21日まで、日本海では出穂後16日まで発病部位の増加を経時的に調査し、その結果をそれぞれ第1表と第2表に示した。また、1984年は越路早生について籾の発病とその後の籾からの進展経過を調査した。その結果は、第4表に示した。

2. 籾

籾は早い場合には出穂の4日目から発病したが、5~6日目に発病するものが多い(第4表)。これは籾いもちの発生が他の器官より早くから認められることを報告した加藤らの観察結果³⁾と一致した。また、人工接種した籾は、接種4日後に分生子柄・分生胞子を形成していることが蛍光顕微鏡によって観察された⁶⁾。籾いもちは初期には内・外穎の一部分、護穎(この場合、通常副護穎および小枝梗も)あるいは穎全体に褪緑色~淡黄色の病徴を呈していることが多かった。発病後日数が経つと、籾全体は灰白色となり、多量に分生胞子を形成している部位では銀色~鼠色を呈し、出穂初期から激しく発病し

農林水産省草地試験場 National Grassland Research Institute, Nishinasuno, Tochigi, 329-27

*農林水産省東北農業試験場 Tohoku National Agricultural Experiment Station, Shimokuriyagawa, Iwate 020-01

第1表 出穂後の経過日数毎の自然感染による穂いもち発病部位数¹⁾ (越路早生, 1985)

発病部位	出穂後の日数															
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
二次枝梗	0	0	4	2	6	10	6	7	6	2	2	0	1	—	—	—
一次枝梗	0	0	2	3	0	3	3	6	9	15	14	9	3	6	—	—
穂軸	0	1	0	4	0	2	4	2	10	0	2	3	1	0	—	—
穂くび	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	1	—
みご	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1

1) 二次枝梗→一次枝梗→穂軸→穂くび・みごの順で矢印の右を優先して記録した。

第2表 出穂後の経過日数毎の自然感染による穂いもち発病部位数¹⁾ (日本海²⁾, 1985)

発病部位	出穂後の日数											
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
二次枝梗	0	0	0	3	4	3	1	0	6	3	1	1
一次枝梗	0	1	0	1	0	2	3	8	9	16	12	2
穂軸	0	1	2	2	1	2	1	0	1	0	0	0
穂くび	0	0	1	2	0	3	0	0	3	3	0	0
みご	1	2	2	3	0	2	1	0	0	0	0	0

1) 第1表の脚注を参照のこと

2) 日本海の出穂期は8月8日であった。

た場合には、病徴発現時から銀色～鼠色を呈していた。肉眼的には病徴が明瞭でない場合でも、護穎と小穂軸の間には多量の分生子柄および分生胞子の形成が蛍光顕微鏡下でしばしば観察された。まれに、罹病穂に褐変が主として発病部位と健全部位との間に出現する場合も見られた。

3. 小枝梗

発病の時期は穂の発病とほぼ同時である。発病によって淡黄色～灰白色を呈するが、部位によって病徴が異なり、二次枝梗に近い方がわずかに褐変の程度が濃い。病斑部には、多量の分生子柄および分生胞子が形成されていた。一般に、小枝梗が発病している時には、副護穎および護穎も発病していることが多かった。

4. 枝梗

二次枝梗の病徴は越路早生・日本海ともに早いものでは出穂8日目に認められた。また一次枝梗は、越路早生では出穂8日目に、日本海では出穂6日目に認められた。二次枝梗および一次枝梗ともに発病部位数は出穂20日後までの調査期間では経時的に増加したが、二次枝梗では出穂9～11日後、一次枝梗では出穂14～16日後の発病が多い(第1表, 第2表)。発病部位は二次枝梗および一次枝梗ともに枝梗節で多いが、節間で発病する場合も見られた。病斑ははじめ褪緑色で、後に灰白色になり、褪緑色病斑の上側と下側に褐変・壊死部が出現することも

あった。多量の分生胞子が形成されている時は、褪緑色病斑の部分が銀色～鼠色を呈しており、発病後の時間の経過とともに病斑上部の健全部は枯死し、発病した枝梗の病斑より先端部に付いている穂は先端の芒の方から脱水状に白色化していった。

5. 穂軸

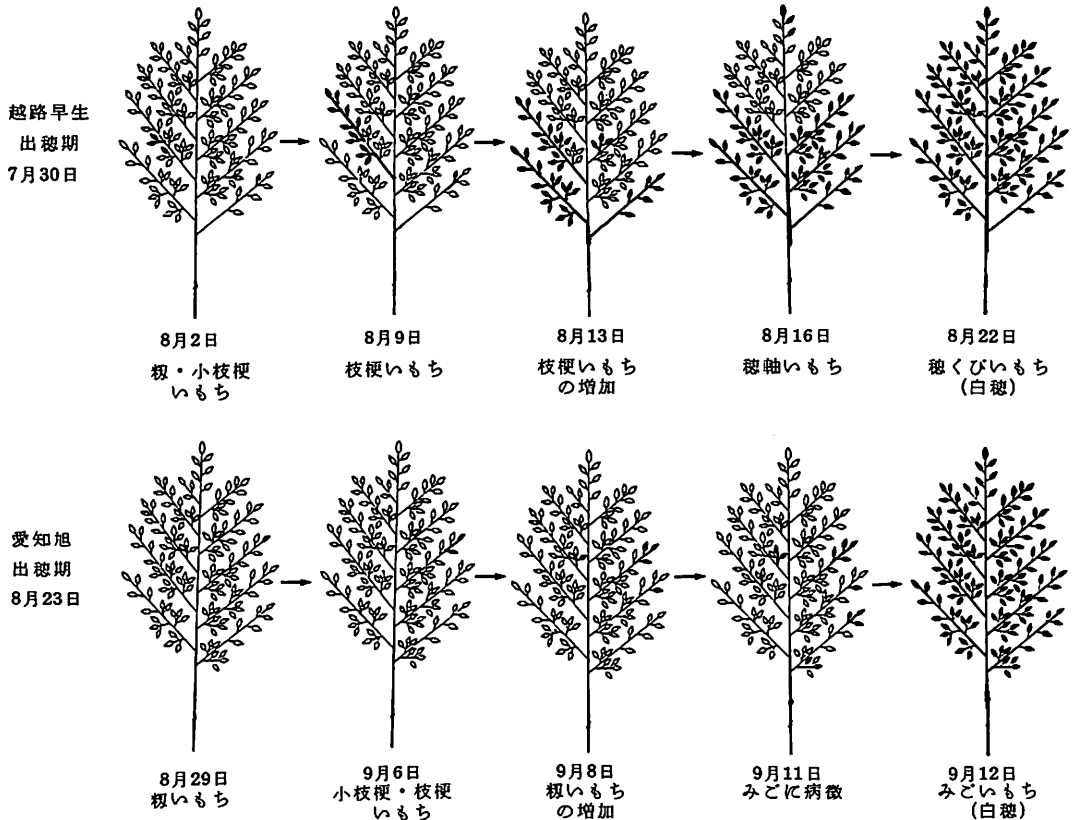
穂軸の病徴は、早いものでは越路早生で出穂7日目に、日本海では出穂6日目に認められ、越路早生では出穂18日後まで、日本海では13日まで病徴発現が認められたが、最多発現日は越路早生で出穂14日後で、日本海では発病部位が少ないこともあり不明瞭であった。穂軸の病徴は枝梗の病徴と類似していたが、枝梗の場合と比較して褪緑色病斑(胞子形成が多い場合には銀色～鼠色の病斑)の上下の両側に形成される褐変部が、やや明瞭であった。穂軸によっては、病斑全体が茶褐色を呈していることがあった。

6. 穂くび

穂くびの病徴は、越路早生では出穂15日目から、日本海では出穂7日目から認められ、越路早生で出穂20日後まで、日本海で出穂14日後まで病徴発現が認められたが、病斑部位数が少ないこともあり、最多発病時期は不明瞭であった。穂梗基部での発病が多く、第一次枝梗節と穂くびとの分岐箇所の内側には、多量の分生子柄と分生胞子の形成が観察された。病徴ははじめ浸潤褪褐色の斑点が見られ、その後この部位は拡大して灰白色～褐色の中央部となった。この周囲には淡褐色～濃褐色の壊死部が形成された。さらに、その外側には淡黄色の中毒部が認められることがあったが、葉いもちのように明瞭ではなく、胞子形成が多い場合には、中央部が銀色～鼠色を呈していた。穂くびの病徴は、同一品種内でも鑑谷³⁾による感染型で pg, ybg あるいは bg など種々の型を呈していた。

7. みご

みごの病徴の出現は、越路早生では出穂10日目から、日本海では出穂5日目から認められ、越路早生では出穂21日後まで、日本海では出穂11日後まで出穂後期まで認



第1図 圃場における穂いもち発病過程の調査例(1984年)。塗りつぶした部分が発病部位を示す。

められたが、最多発病時期は不明瞭である。みごいもちは穂いもち病斑のなかで最も葉いもち病斑と類似しており、発病初期は浸潤褪緑色の斑点が現れ、その後伸展して褪緑色～灰白色の細長い楕円形の中央部を形成し、その周囲に淡褐色の壊死部が見られた。さらにその周囲に中毒部が出現したが、葉いもちのように明瞭でない場合が多かった。みご、穂くび、穂軸ともに壊死部および中毒部の出現は、一般に病斑の下部(茎部側)より上部でより顕著であった。

8. 穂いもちの発病過程

1984年の越路早生と愛知旭で、稈いもちの病徴が出穂8日以内に出現した穂を追跡調査し、その例を第1図に示した。越路早生の出穂期(7月30日)以降の気象は、8月2日に雷雨があっただけで、8月27日まで1mm以上の降雨はなかった。出穂時期に降雨が極めて少なく、高温で晴天が続いた。8月2日に稈・小枝梗に病徴が認められた穂(第1図上段)では、稈・小枝梗からの枯れ下がりにより8月9日には一次枝梗まで、13日には穂軸まで罹病部が伸展し、16日には穂軸の下位の病斑と合体

し、22日には穂全体が白穂となった。このような気象年には、稈の発病は認められても、その後の伸展は遅くなり伸展を停止するのがほとんどで、上述の例は稀な例であった。

愛知旭の場合は出穂期(8月23日)以降、8月27、30日、9月3、4、5、10、14、16、17、18、19、20日と断続的な降雨があった。第5節枝梗の先端稈が8月29日に発病し、9月6日には枝梗基部方向に病斑が1稈伸展した。8日にはさらに1稈伸展し、11日には4粒の病斑が現れた。一方、9月8日には枯れ下がりでなしに第3節、第6節の稈が発病し、11日にはさらに第1節の基部と先端稈に発病が起こり、そこから枯れ下がりの拡大が認められた。12日には第1節基部稈からの枯れ下がりで白穂になった(第1図下段)。愛知旭の出穂後のように降雨が多い場合は、枯れ下がりによりも、最初の罹病稈から隣接稈への発病の広がりが顕著に認められた。第1図では離れたように描いているが、出穂初期には枝梗が束状になっており、次に発病した稈の大部分は最初に発病した稈に隣接していた稈であった。この例では発病の広が

第3表 自然感染で発病した籾・小枝梗からの
穂の各器官への発病に至るまでの日数

		二次枝梗	一次枝梗	穂軸・穂くび
		調査穂数	26	24
越路早生 (1984年)	要した日数 (最短～最長)	1～13	5～20	5～21
	平均日数	6.5	12.0	14.8
愛知旭 (1984年)	調査穂数	30	29	22
	要した日数 (最短～最長)	1～8	4～21	5～23
	平均日数	4.3	10.4	15.4

りは最初の罹病籾から離脱・飛散した分生胞子および葉いもちや他の穂から飛散してきた分生胞子の付着・侵入によって、次々と感染が起きたものと推定された。この穂の出穂時には、断続的な降雨が多かったため、本菌の侵入による感染率も高まったものと推察される。なお、この年の試験圃場での穂いもちの発病度は越路早生で20、愛知旭で56であった⁵⁾。

自然感染では、穂いもちは籾から始まるが多かったが、枝梗、穂軸、穂くびから発病が起ることもあった。籾以外から発病が起る場合には、枝梗節、穂軸節、穂くびでの発病が多く、節間での発病は少なかった。籾いもちからの発病過程には、籾・小枝梗→二次枝梗→一次枝梗→穂軸・穂くびへといわゆる「枯れ下がり」によって病斑が進展する場合(第1図;越路早生の例)と、罹病籾からの分生胞子が離脱・飛散して、新たに感染する場合とがあった。後者の場合、他の葉・穂から飛散してきた分生胞子が伝染源となることもありうる。しかし籾いもちが出現すると、それに隣接する籾での発病が高頻度で認められたことから、同一穂内の籾がその伝染源となった可能性が高い。特に、出穂早期には各々枝梗が束状になっており、籾いもちから同一穂内の籾・枝梗・

穂軸への分生胞子の付着は多いものと考えられる。実際に蛍光顕微鏡下で罹病籾に隣接した籾を観察した結果、籾表面には多量の分生胞子が付着していた⁴⁾。また、この部位は枝梗が密着しているため、溢泌液、結露、降雨などの水滴も乾きにくく、本菌の侵入に好適条件と考えられる。通常上記の「枯れ下がり」と「飛散胞子による侵入」の二つの感染方法が混在して、穂いもちの発病・進展が起るものと考えられる。

9. 籾いもちの枯れ下がり速度

籾発病と他器官との発病との関係を調べた。まず、発病籾からの枯れ下がりによる穂の各部位の発病までに要した日数を第3表に示した。籾・小枝梗いもちの出現から二次枝梗の発病までに要した日数は、越路早生で1～13日(平均6.5日)、愛知旭で1～8日(平均4.3日)であった。また、一次枝梗の発病までは、越路早生で5～20日(平均12.0日)、愛知旭で4～21日(平均10.4日)であり、穂軸・穂くびまでは越路早生で5～21日(平均14.8日)、愛知旭で5～23日(平均15.4日)であった。出穂後ほとんどの日が晴天となった1984年の日本海・コシヒカリでは、籾・小枝梗でいもち病菌の感染が認められたが、その後の進展が極めて遅く、大部分が伸展を停止していた。

次に、籾・小枝梗が発病した穂において、二次・一次枝梗、穂軸および穂くびに発病が認められた出穂後の日数を第4表に示した。1984年度の越路早生では二次枝梗の発病は出穂5日目から、一次枝梗と穂軸の発病は出穂10日目から断続的に出穂28日後まで認められた。また、穂くびの発病は出穂20日目に認められた(第4表)。

穂いもち発生量の多少は出穂初期における降雨時間と密接に関係することを先に報告した⁵⁾が、降雨との関係で発病過程を穂の部位別に詳細に調査すると、1984年の越路早生の場合ように寡雨年でも、少発生ながら籾・小枝梗の発病は出穂4日目から認められた。しかし、穂くび

第4表 出穂後の経過日数毎の自然感染による穂いもち発病部位数¹⁾(越路早生, 1984)

発病部位	出穂後の日数																											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			
籾・小枝梗	1	9	8	5	3	— ²⁾	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
二次枝梗	0	1	2	0	0	0	5	3	3	6	0	0	0	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
一次枝梗	0	0	0	0	0	0	1	2	3	3	0	0	1	4	0	3	2	1	0	2	1	1	0	2	0			
穂軸	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	2	3	1	0	1	3	0	5	0	2	1			
穂くび	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

- 1) 籾いもちの発病が出穂後8日以内に起きた穂26本を追跡調査した。この年は7月26日から8日26日の間で降雨があったのは、8日2日午後5～6時の雷雨と8日23日午前10時の0.5mmの降雨だけであった。なお、この年の越路早生の出穂期は7月30日であった。
- 2) 調査なし

の発生は出穂20日後と極めて遅れた。このように籾・小枝梗の発病時期が降雨によって左右されない理由の一つとして、小穂軸と護穎の間では溢液、結露そして降雨などが乾燥しにくいいため、寡雨年でも本菌の感染を受け易いことがあるものと考えられる。実際にこれらの部位には蛍光顕微鏡および走査電子顕微鏡観察で本菌の分生子柄と分生胞子の形成が多数認められた^{4,7,8)}。

摘 要

1. いもち病菌に自然感染した個々の穂について、その発病過程を明らかにすることを目的とした。なお、個々の穂については、蛍光顕微鏡観察でいもち病菌による感染であることを確認した。
2. 出穂から病徴発現までに要した最短日数は、籾・小枝梗では出穂初期に降雨に無関係に4日であったが、穂くびでは出穂時の降雨の影響を受け易く、7~20日と大きく変動した。
3. 穂いもちの発病過程には、籾・小枝梗→二次枝梗→一次枝梗→穂軸・穂くびへといわゆる「枯れ下がり」によって病斑が進展する場合と、病斑部からの分生胞子が離脱・飛散して、新たに感染する場合とがあり、実際には両者が混在して発病が進展していくのが観察された。

引用文献

- 1) 鏡谷大節 (1955) 頸イモチ病の感染型 (病斑型) に就いて. 北日本病虫研報6: 29.
- 2) 平野喜代人・後藤和夫 (1963) 枝梗イモチの発病機構並びに生態に関する研究. 農技研報 C16: 1~56.
- 3) 加藤 肇・佐々木次雄・越水幸夫 (1970) イネいもち病の伝染環における二次伝染源としての籾いもちの意義について. 東北農試研報39: 33~54.
- 4) 古賀博則・吉野嶺一 (1988) 蛍光色素による穂いもち感染部位の染色. 日植病報54: 229~232.
- 5) 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.
- 6) 古賀博則 (1990) 穂へのいもち病菌の侵入・伸展過程の電顕観察. 日植病報56: 360 (講要).
- 7) 古賀博則・吉野嶺一 (1991) 籾いもち自然感染部位の微細構造. 北陸病虫研報39: 23~28.
- 8) 古賀博則・吉野嶺一 (1991) 穂いもち自然感染部位の微細構造. 北陸病虫研報39: 17~22.
- 9) 中村啓二 (1972) 穂いもち発病増加曲線と薬剤散布適期について. 広島農試研報31: 11~29.

(1991年7月31日受領)