

特集：近年開発された発生予察技術

## 出穂後の積算気温で穂いもち感染可能期間を予測

東北農業研究センター 小林 隆・神田 英司・兼松 誠司・菅野 洋光  
 宮城県古川農業試験場 笹原 剛  
 中央農業総合研究センター 石 黒 志 潔

## はじめに

イネいもち病は東北地方において最も重要なイネ病害であり、やませが吹き込む太平洋側の各県では特に冷害年に穂いもちが多発して大きな減収をもたらす。イネは低温に遭遇するともち病菌に対する感受性が高まるため、いもち病による感染リスクが高まることとなっている（大畑ら，1966；鈴木，1984；小林ら，2004）。すなわち，葉いもち感染前20日間の日平均気温20℃以下の積算冷却度により，イネの葉いもちに対する感受性を評価できる。東北農業研究センターでは水稻冷害早期警戒システムホームページ上で，東北地方のイネの葉いもちに対する感受性の評価を公開している（<http://www.reigai.affrc.go.jp/cgi-bin/reigai.cgi> 6～8月）。また，出穂後の低温によりイネの穂いもち感染可能期間が長期化することが，冷害時に穂いもちが多発する一因と考えられる。一方，穂いもちの発生が予想される時は出穂後に茎葉散布剤を散布するが，茎葉散布剤の散布晩限と出穂後の気温との関係は明らかとなっていないため，実際には効果の低い時期に茎葉散布剤を散布している可能性がある。そこで，出穂後の気温と穂いもち感受性の関係について検討した。始めに，穂単位の穂いもち感染可能期間について日平均気温の積算気温を用いて明らかにした。さらに，出穂後の気温からイネ株内の感染可能期間と感染可能穂率を予測するモデルを作成した。

## I 穂いもちの感受性評価

## 1 ポット試験による穂いもち感受性評価

イネ品種（ひとめぼれ）を2005～07年5月20日に1本植えて1/5,000 aワグネルポットに移植した。出穂始期（株内の穂が出穂を始めた時期：2005年8月10日，

06年8月15日，07年8月6日）にポットを温度勾配チャンバー内に移動して5段階の気温で生育した。止葉葉鞘から籾が上部に抽出した日を出穂日として，株内の各穂の出穂日を調査した。穂揃期にいもち病菌（レース007）を噴霧接種後，25℃で15時間接種箱に保持して感染を成立させて，接種3週間後に各穂ごとに籾・枝梗いもちによる罹病率と穂首いもち穂数を調査した。また，イネ品種（ひとめぼれ）を2004～05年5月20日にポットに1本植えて移植後，屋外で生育して穂揃期（2004年8月10日，05年8月17日）にいもち病菌（レース007）を噴霧接種して，接種3週間後に各穂ごとに罹病率を調査した。

## 2 圃場試験による穂いもち感受性の評価

イネ品種（ひとめぼれ）を2004～05年5月20日に東北農業研究センター圃場（岩手県盛岡市）に機械移植して，出穂後株内の各穂の出穂日を調査した。穂揃期（2004年8月11日，05年8月16日）に，圃場で日の入り後にいもち病菌（レース007）を噴霧接種して日の出まで接種株を農ポリで覆って葉面結露を維持した（小林ら，2001）。その後，接種3週間後に各穂ごとに罹病率を調査した。

## II 出穂後の積算気温と穂いもち感受性の関係

図-1に出穂始期から温度勾配チャンバーで生育したポットイネにいもち病菌を噴霧接種したときの籾・枝梗いもちの罹病率と接種時の出穂後日数の関係を示した。図-1は穂単位の試験結果であり，ここでいう出穂日は，株内や圃場全体における出穂日ではない。出穂期間中23.9℃または25.7℃で生育した穂は，出穂10日後になると罹病率が0となり，感染可能期間は出穂後10日間であることが明らかとなった。出穂期間中22.2℃または20.3℃で生育した穂は，感染可能期間がそれぞれ出穂後13日間および16日間であった。出穂期間中18.8℃で生育した穂は出穂20日後以降も罹病籾が発生したことから，穂いもち感染可能であることが明らかとなった。この結果より，出穂期間中の生育気温が低いほど，穂の感染可能期間が長期化すると考えられた。

Estimation of Duration of Panicle Blast Infection by Accumulated Temperature after Heading. By Takashi KOBAYASHI, Eiji KANDA, Seiji KANEMATSU, Hiromitsu KANNO, Masashi SASAHARA and Kiyoshi ISHIGURO

（キーワード：穂いもち，積算気温，感染期間）

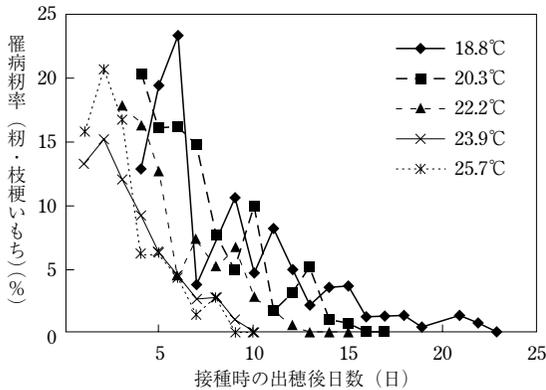


図-1 籾・枝梗いもちによる罹病率と接種時の穂の出穂後日数との関係

出穂始めから穂揃期までの穂の生育気温を凡例内に示す。罹病率は、出穂後の穂に接種したもので、同じ日に収穫した穂の罹病率の平均値。

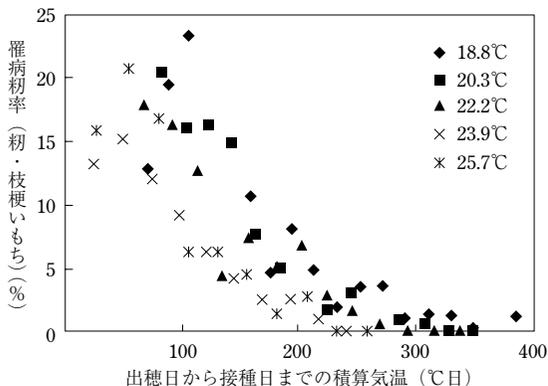


図-2 籾・枝梗いもちによる罹病率と穂の出穂日から接種日までの積算気温の関係

出穂始めから穂揃期までの穂の生育気温を凡例内に示す。罹病率は、出穂後の穂に接種したもので、同じ日に収穫した穂の罹病率の平均値。横軸は、出穂日から接種日までの日平均気温の積算気温を示す。

1993年や2003年のような東北地方の冷夏では出穂後に20℃以下の低温となったことから、穂いもち感染可能期間の長期化が冷夏に穂いもちが多発する一因となっている可能性が示唆された。このように、感染可能期間は出穂前後の生育気温に影響されるので、単純な出穂後日数だけで感染可能期間を決定できない。図-2は、図-1のデータを用いて、穂の出穂日から接種までの日平均気温の積算気温と籾・枝梗いもちの罹病率の関係を示したものである。両者の関係は、出穂期間中の生育気温に関係なく類似した傾向を示した。すなわち、籾・枝梗いも

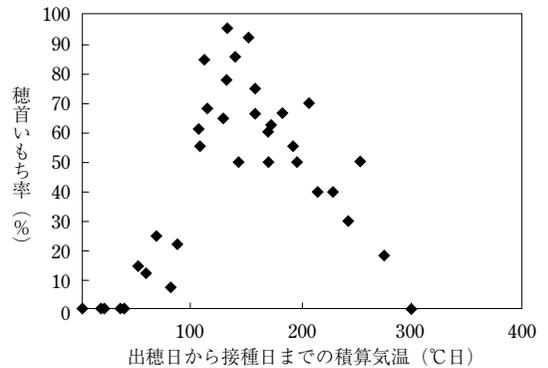


図-3 穂首いもち率と穂の出穂日から接種日までの積算気温の関係

出穂始めから穂揃期までの穂の生育気温を凡例内に示す。穂首いもち率は、出穂後の穂に接種したもので、同じ日に収穫した穂の中で穂首いもちに感染した穂の割合を示す。横軸は、出穂日から接種日までの日平均気温の積算気温を示す。

ちは出穂直後から感染可能となり、出穂後の積算気温が50～100℃日のときに最も感受性が高まり罹病割合が大きくなる。出穂後の積算気温が50～100℃日の穂は籾がすべて抽出した直後であることから、籾・枝梗いもちは、籾が全部抽出した直後が最も感染による被害が大きいと考えられる。出穂後の積算気温が200～250℃日の穂は籾・枝梗いもちにほとんど感染しなくなった。これより、穂単位における籾・枝梗いもちの感染可能期間は出穂後の積算気温が0～250℃日の間と考えられた。

穂いもちの中で最も深刻な被害をもたらす症状は、穂のすべての籾に影響が及ぶ穂首いもちである。冷害時には特に穂首いもちが多発して大きな被害をもたらす。そこで、温度勾配チャンバーを用いた試験において、穂の出穂日から接種日までの積算気温と穂首いもち率の関係について調査した(図-3)。穂首いもちは、出穂後の積算気温が約50℃日から感染可能となり、積算気温が約130℃日で最も感染しやすくなり300℃日になると穂首いもち率は小さくなった。積算気温が130℃日ごろになるとほとんどの穂で穂首が抽出し始める。出穂初期は穂首が抽出していないため穂首いもちに感染しないが、穂首が抽出した直後が最も穂首いもちに感染しやすことが明らかとなった。穂首いもちの感染可能期間は、出穂後の積算気温が50～300℃日の間と考えられた。図-1～3の試験については、2006、07年も同様の実験を行っているが、どの年度も同じような試験結果が得られている。徳永らは、穂首いもちに対するイネの耐病性は出穂から出穂1週間後にかけて増大して、その後出穂1～

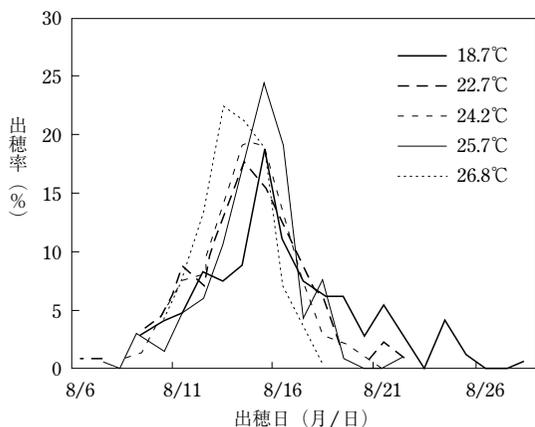


図-4 出穂後の生育気温と株内の出穂率の関係

出穂始期（8月6日）から穂揃期までのイネの生育気温を凡例内に示す。弱勢穂を除く出穂期間は、18.7℃で13日間、22.7℃で13日間、24.2℃で10日間、25.7℃で9日間、26.8℃で7日間である。

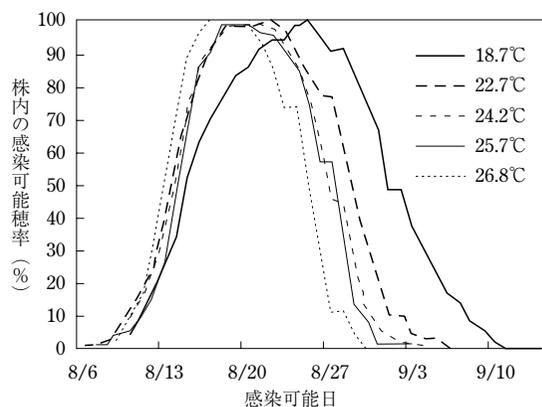


図-5 出穂後の生育気温と株内の感染危険率の関係

出穂始期（8月6日）から穂揃期までのイネの生育気温を凡例内に示す。感染可能率50%以上の期間は、18.7℃で18日間、22.7℃で15日間、24.2℃で13日間、25.7℃で13日間、26.8℃で11日間であった。

2週間にかけて漸次罹病的傾向を増し、2週間前後に著しく耐病性が弱くなるとしている（徳永ら、1966）。今回の報告では、出穂1～2週間にかけて穂首いもち感受性が增大するような結果は確認できなかった。図-3は穂単位の試験データだが、徳永らの試験はイネ株（ポット）におけるデータである。また、徳永らの接種試験は屋外での自然条件下で行ったもので、出穂期間中の気温・降雨による影響があるため今回の試験との比較は困難である。

これまでの試験により、穂単位における出穂後の積算気温と感染可能期間の関係が明らかとなったが、実際のイネ株内または圃場内では一斉に出穂するのではなく、出穂日の異なる穂が混在している。そこで2007年に温度勾配チャンバーを用いた試験において、出穂後の気温と株内の出穂率の関係について調査した（図-4）。出穂期間中の平均気温が26.8℃のとき、弱勢穂を除く出穂期間は7日間であったが、冷害時のように出穂期間中の平均気温が18.7℃のときの出穂期間は13日間であった。出穂期間の気温が高いときは出穂率20%以上の日があり株内の穂は一斉に出穂するが、気温が低くなるにつれて出穂率の低い日が続き出穂がばらついていた。籾・枝梗いもちと穂首いもちの感染危険期は出穂後の積算気温がそれぞれ0～250℃日と50～300℃日なので、穂いもちの感染危険期は積算気温が0～300℃日とした。図-4の出穂後の気温と出穂率を基に、出穂後の積算気温が0～300℃日の範囲を各穂の穂いもちの感染危険期として、イネ株内における感染危険期と感染可能穂

率の関係を示した（図-5）。出穂後の気温が高いときは出穂速度も速く株内の穂も早く出穂するため感染可能期間が短くなる。冷害時のように出穂後低温が続くときは出穂速度が遅く、また出穂もばらつくため感染可能期間が長期化して、穂いもち感染の危険性が高まる。出穂期間中の平均気温が18.7℃のときは株内の感染可能率が50%以上の期間は18日間だが、26.8℃のときは11日間であった。株内の50%以上の穂が感染危険期なときを薬剤散布の最適期としてその最終日を晩限とすると、26.8℃で生育したイネ（8月9日から出穂開始）は8月25日であるのに対して、18.7℃で生育したイネ（8月10日から出穂開始）は9月2日であった。

これまでの結果はポットイネを用いた試験だったが、圃場で生育したイネにも応用可能かどうか検討した。図-6に、2004年の圃場およびポットで生育したイネにいもち病菌を接種したときの罹病初率と接種時の出穂後日数の関係を示した。2004年は出穂後は比較的高温年であったが、出穂11日後以降の穂は罹病初率がほとんど0となり穂いもちに感染しないことが明らかとなった。出穂2～3日後と6～7日後に罹病初率のピークがあるが、出穂2～3日後は籾が全部抽出する時期であり籾いもちが全部抽出した時期が籾いもちによる罹病初率が最も高くなると考えられた。出穂6～7日後のピークは、穂首いもち感染によるピークと考えられた。出穂前の穂でも罹病初が発生したが、籾の先端が止葉葉鞘から上部に抽出する前に止葉葉鞘下部で籾が露出している場合があり、抽出前の籾が感染したためと考えられる。ま

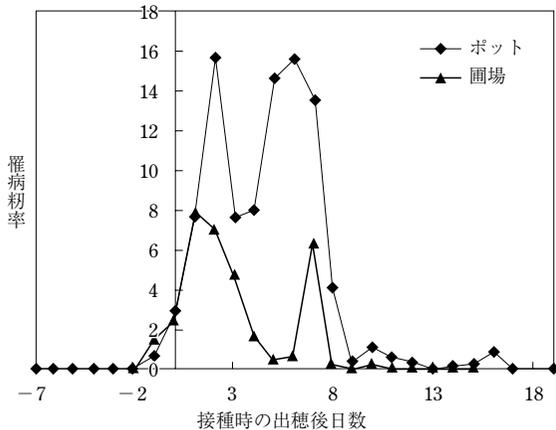


図-6 圃場およびポットで生育したイネの罹病初率と接種時の穂の出穂後日数との関係

出穂日は外気生育ポットイネで8月8日、圃場生育イネで8月9日。罹病初率は、同じ日に収穫した穂の平均値であり、籾・枝梗・穂首いもちを含む。

た、ポットイネと圃場イネの罹病初率と接種時の出穂後日数との関係は類似しており、ポットイネの結果は圃場試験でも適用できると考えられた。同様の試験は、2005年も行っているが、ポットイネと圃場イネにおける罹病初率と接種時の出穂後日数との関係は類似していた。圃場イネの試験で全体的に罹病初率が低いのは、接種条件の違いのためと推定される。接種箱を用いたポットイネの人工接種では25℃で15時間の葉面結露が確実に維持されるが、圃場における農ポリを用いた接種方法では、夜温が25℃より低く、葉面結露も日の入りから日の出の約10時間しか維持されないためと考えられる。

## おわりに

出穂後の積算気温から薬剤散布の晩限を評価できるよ

うになったが、今後、薬剤散布による実証試験で検証する必要があるだろう。東北農業研究センターでは、気象庁から試験的に1週間先までの気象予報データの提供を受けているが、気象予報データを利用することにより将来の薬剤散布適期や薬剤散布晩限を評価できるようになるかもしれない。また、今回のポット試験では、穂首いもちの感染危険期を出穂後の積算気温50～300℃としたが、この危険期は穂首いもちの病徴発現を基に評価した。出穂後期に感染した穂首いもちは収量に及ぼす影響が少ない可能性があり、収量ベースの穂首いもち危険期について今後検討を要するだろう。今回の報告では出穂前の低温遭遇により、穂いもち感受性が大きくなることを考慮していない。葉いもちの感受性評価と同様に、穂いもち感受性も20℃以下の積算冷却度で評価できるという報告もあり岩手県では実際に発生予察情報に利用されている(富永, 2006)。今後、出穂前の低温が、穂いもち感染可能期間に及ぼす影響について検討したい。

この報告の試験はすべてイネ品種ひとめぼれ(穂いもち圃場抵抗性:中)を用いて行っている。穂いもち感受性と出穂後の積算気温の関係は、穂いもち圃場抵抗性が弱い品種は感染可能期間が長くなるなど、圃場抵抗性に影響される可能性もある。あきたこまち(穂いもち圃場抵抗性:やや弱)を用いた試験では、穂いもち感受性と出穂後の積算気温の関係はひとめぼれと大きな違いがないことを確認しているが、ササニシキ(穂いもち圃場抵抗性:弱)のような圃場抵抗性の弱い品種でもそのまま適用できるかどうかは今後検討が必要であろう。

## 引用文献

- 1) 小林 隆ら (2001): 北日本病虫研報 52: 21 ~ 23.
- 2) ———ら (2004): 東北農業研究成果情報 18: 94 ~ 95.
- 3) 大畑貫一ら (1966): 農技研報 C20: 1 ~ 66.
- 4) 鈴木穂積 (1984): 東北農業研究 34: 61 ~ 76.
- 5) 徳永芳雄ら (1966): 東北農試研報 34: 37 ~ 79.
- 6) 富永朋之 (2006): 北日本病虫研報 57: 14 ~ 16.

## 発生予察情報・特殊報 (21.12.1 ~ 12.31)

各都道府県から発表された病害虫発生予察情報のうち、特殊報のみ紹介。発生作物: 発生病害虫 (発表都道府県) 発表月日。都道府県名の後の「初」は当該都道府県で初発生の病害虫。

※詳しくは各県病害虫防除所のホームページまたはJPP-NET (<http://www.jpnp.ne.jp/>) でご確認ください。

- サツマイモ: ヨツモンカメノコハムシ (静岡県: 初) 12/2
- ナシ: キクイムシ類 (神奈川県: 初) 12/2
- キュウリ, メロン: 退緑黄化病 (広島県: 初) 12/3
- メロン, キュウリ: 退緑黄化病 (茨城県: 初) 12/7
- チャ: ミカントゲコナジラミ (岐阜県: 初) 12/10
- リンゴ: スモモヒメシンクイ (群馬県: 初) 12/21