

送風によるイネいもち病の防除

アリスライフサイエンス株式会社

岐阜大学応用生物科学部

田
百

口
町

義
満

ひろ
朗*

はじめに

古くから、風がよく吹く地域ではイネいもち病の発生が少ないといわれてきた。風はいもち病菌分生子（以下胞子）の飛散に大きな影響を与えると報告され（鈴木, 1969）、葉いもちの発生予察シミュレーションモデルにおいても重要な発病抑制要因となっている（橋本ら, 1984）。また、いもち病防除に送風を利用した研究として、小区画の畑苗代の苗いもち防除に送風処理した報告がある（安達ら, 1980）。田口・百町（2001; 2002）は、1999 年から 2002 年に岐阜県の山間地域（標高 460 m）のいもち病が毎年常発する水田の畦畔に大型送風機を設置して、人為的な送風によるいもち病の防除効果を調べた。また、送風による微気象や結露への影響、イネ株上からのいもち病菌の胞子の脱落、胞子発芽への影響、抵抗性誘導およびその他の病害虫への効果などについて調べ、風による発病抑制機作を検討した（田口, 2000; 田口・百町, 2001; 2002）。本稿では、これら「風の効果」について得られた知見の一部を紹介したい。

I 送風によるイネいもち病の防除効果

1999 年から 2000 年の 6～9 月に岐阜県の山間地域にある水田において、送風によるイネいもち病の防除効果について検討した。送風には 150°の巡回機能を備えた大型の送風機（5 KW, 羽根径 110 cm）を用いた。この送風機を水田畦畔の高さ 5 m の位置に設置し、6 月中旬（葉いもち初発生期）から 9 月上旬の収穫期まで風速 1.0～7.3 m/秒（イネ株直上）の風を、午後 11 時から 30 分間および午前 4 時から 30～60 分間の計 2 回イネに送風した。そして、6 月下旬から 8 月上旬に葉いもち、8 月と 9 月に穂いもちの発病程度を調べ、発病抑制効果と適正な風速を調べた。

その結果、風速 3～6 m/秒の風を 1 回当たり 30～60 秒間イネ株に巡回送風し、合計 9 回以上連続処理す

ると葉いもちと穂いもちの発生は著しく抑えられ、高い防除効果が得られた（図-1）。しかし、風速が 2.6 m/秒以下では葉いもちの防除効果は低下し、穂いもちも防除効果が低かった。一方、風速が 7.3 m/秒以上では葉が負傷し葉節いもちが発生し、穂いもちの発生も風速 3～6 m/秒に比較し多かった。これらの結果から、送風によりいもち病を防除するための風速は 3～6 m/秒が適していることが明らかとなった。

II 風による発病抑制機作

1 送風がイネ葉上の結露に及ぼす影響

上記のように、送風機を用いてイネ株に巡回送風すればいもち病の防除が可能であることが判明した。そこで、いもち病菌の感染に重要な要因であるイネ葉上の溢泌水滴と結露水滴の消長に及ぼす送風の影響を調べた。また、送風による気温と湿度の変化を送風後の日の出時刻ごろに調べた。結露は水田内に結露計（T11A 型）を

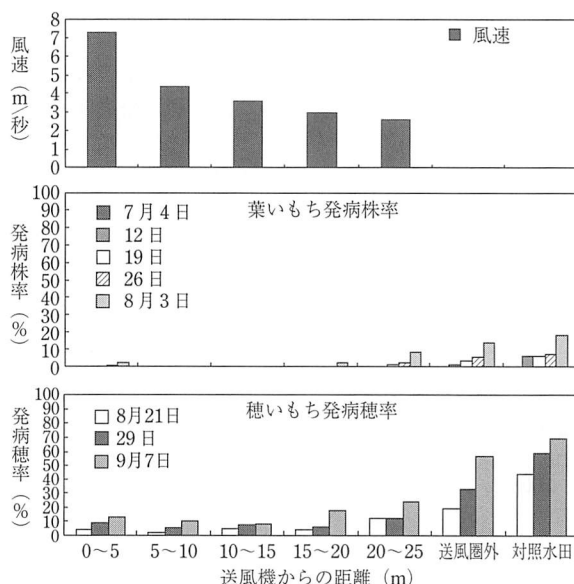


図-1 送風機からイネ株までの距離と風速、葉いもちの発病株率、穂いもちの発病穂率の推移
葉いもちの発病株率は各区分 100 株当たりの発病数を示す。穂いもちの発病穂率は 400 穂当たりの発病穂数を示す。送風処理は 6 月 18 日から 9 月 8 日まで行った。

Control of Rice Blast Disease with Sending Wind by a Big Electric Fan in the Paddy Field. By Yoshihiro TAGUCHI and Mitsuru HYAKUMACHI

（キーワード：いもち病，巡回送風，物理的防除，結露，胞子脱落）

* 元：岐阜県農林商工部普及企画室

設置して測定し、溢泌水滴の形成状況は観察（写真撮影含む）により調べた。

2000年7月24日午前4時から風速3～6 m/秒の風を30分間水田全体に巡回送風したときの結露計の測定値は、送風開始と同時に急激に低下し、送風を停止すると再び上昇した。そして、送風区のもの後の結露は無送風区よりも少なく推移した（図-2）。水田内の結露は前日の午後5～7時に始まり、午前6時30分頃にピークとなった。上位葉の溢泌水滴は、風速4.3 m/秒の風1回当たり60秒間の巡回送風2回ではほぼ除去され、結露水滴は6回で除去された。風速3.2 m/秒では、3回で溢泌水滴は除去されたが、結露水滴は9回の送風後も葉身の基部付近に残った。一方、風速3.2 m/秒の風をイネ株の側面から連続して25分間送風すると、溢泌水滴は20秒間で消失したが、葉の表面を覆った結露水滴は3分の2以上が消失しなかった。このように、巡回送風はイネ茎葉および穂に不規則な激しい揺れをもたらすため、直線的な連続送風よりも結露水滴の消失を促進する効果が高いことがわかった。送風停止後、粒径0.5 mm以上の溢泌水滴は葉縁に1葉当たり10～27個再形成されたが、結露水滴の形成量は無送風区に比較し著しく少なかった。

2 送風による気温と湿度の変化

午前4時から送風した水田内の湿度は午前6時ごろまではほぼ100%で推移し、無送風区と差がなかった。また、気温は変化しないかあるいは0.2℃程度上昇した。しかし、この程度の温度の変化がいもち病菌の感染を抑制するとは考えられなかった。一方、日の出後の気温は無送風区に比べ送風区で早く上昇し、かつ湿度の低下も早かった（図-3）。送風によって葉上の水滴が除去された結果、結露の消失も早くなることがわかった。すなわち、

送風が溢泌水滴と結露水滴を除去し、結露を抑制し、これが日の出によって水田の乾きと気温上昇を促進して結露時間を短縮させ、いもち病菌の感染を抑制すると考えられた。

3 送風が穂の結露に及ぼす影響

2000年8月30日に同水田で大型送風機を用いて巡回送風を行い、穂上の結露水滴に対する送風の影響を調べた。風速7.3 m/秒以下の条件下においては、風速が速いほど穂から消失する結露水滴は多かった（データ略）。また、送風中は結露は停止していた。穂の構造は複雑なため、穂上のすべての水滴を風によって除去することは難しく、穂と枝梗の間に水が残った。送風停止後には結露水滴の再形成が認められた（図-4）。

本試験では、柔軟な吸水紙を用いて穂の水滴を拭き取り水滴重を測定した。この穂上の結露水滴重の測定値の時間ごとの推移は、橋本ら（1984）が開発した結露計の測定値の推移と一致した（データ略）。

4 イネ葉上における胞子の脱落と移動

溢泌水滴の飛沫を伴う送風が、イネ葉上のいもち病菌胞子の脱落と移動に及ぼす影響を調べた。葉上の溢泌水滴は、葉の先端から15 cmの位置までに70%が形成され、葉いもち病斑も5～15 cmに68%が認められた。このようにイネ葉上では、水滴と胞子が混在する状態にあった。

イネの葉にいもち病菌の胞子懸濁液（濃度 1.0×10^5 個/ml、以下同じ）を噴霧接種し、風速1.0、2.0、3.0および4.0 m/秒の風を30分間処理すると、葉10 cm当たりの胞子数は無処理区が48.3個だったのに対し、処理区では3.3～6.7個と著しく減少した。さらに、胞子接種後イネ葉に送風、霧状散水、および送風と霧状散水の同時処理を行った。この結果、イネ葉上の付着胞子数

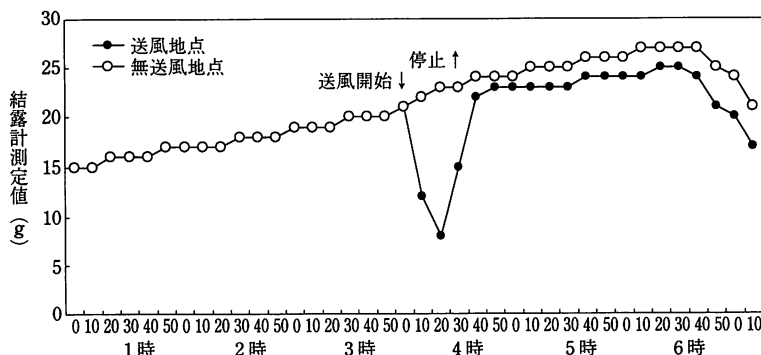


図-2 人為的送風水田および無送風水田における結露計の測定値の推移

測定値表示時間は7月23日の午前1時から午前7時10分まで、4時から30分間、3.5 m/秒の風を送風した。結露の測定は北東衡機電子式結露計（E-T11A型）を用いた。天候は晴天であった。

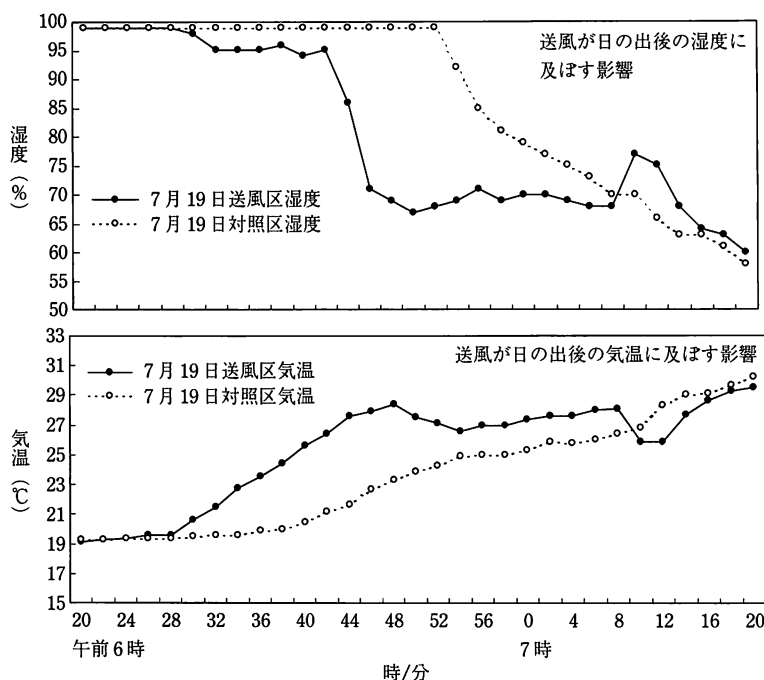


図-3 午前4時から30分間の送風によるイネ体上の水滴の除去が日の出後の気温と湿度の変化に及ぼす影響

7月19日の午前4時5分から30分間、風速4.3 m/秒の風をイネ体に旋回送風した。図中の気温と湿度は午前6時20分から2分間隔で60分間の推移を示す。日の出時刻は午前5時10分ごろ、直射日光は6時25分ごろである。

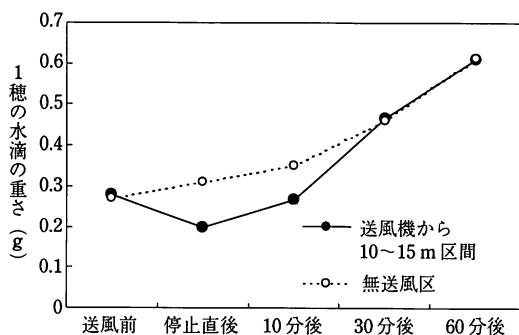


図-4 送風前と停止後の穂上における1穂当たり結露水滴重の変化

2000年8月30日に、送風機からの距離が10～15 mの風速3.8 m/秒の水田内で調べた。1穂結露水滴重は給水紙で結露水滴を拭き取り計測した。イネ品種はコシヒカリ、出穂は8月6日であった。結露計は送風水田に設置した。

は、無処理区が葉10 cm当たり45個だったのに対し、水30 ml/株を霧状散水した区で22個、風速3.0 m/秒の風を12分間送風した区で16個に減少し、さらに送風と散水(30 ml/株)を同時に処理すると葉上の胞子はすべて

脱落した。また、葉の先端から5 cm 間隔に付着胞子数を調べたところ、無送風区では葉の先端から15 cm までに全体の92%が存在したが、30分間送風すると胞子の移動が見られ、15 cm より下方に56%, 60分間では61%となった。送風によりイネ葉上に付着した胞子は移動・脱落するが、この傾向は散水が伴うと一層顕著となった。イネ葉上の溢出水滴はこの水の役割を果たし、送風を伴うことによってシャワー様になるため、胞子の多くは定着・侵入前に洗い流されて田面に落ちると考えられた。

5 穂上における胞子の脱落と移動

出穂10日後のイネ穂にイモチ病菌の胞子懸濁液を噴霧接種し、風速2.0, 3.0および4.0 m/秒の風を各々3, 10および15分間送風処理した。その結果、1穂(穂長17 cm)当たりの付着胞子数は送風時間が長いほど、また、風速が速いほど減少した(図-5)。穂に風速3 m/秒の風を3分間送風後、付着胞子数を調べたところ64%の胞子は脱落したが、残りは糊間に入り込み脱落しなかった。さらに胞子を穂に付着させて水50 ml/株を霧状散水すると、無処理よりも40%以上の多くの胞子が脱落した。

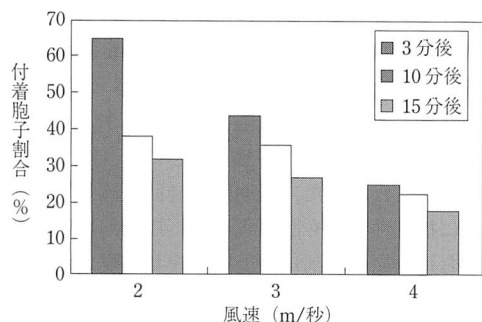


図-5 送風時間と風速が穂上のいもち病菌の胞子付着に及ぼす影響

出穂10日後のコシヒカリの穂を供試した。いもち病菌の胞子濃度を 5.0×10^5 個/ml に調整した懸濁液を噴霧接種後、小型送風機を用いて3、10および15分間送風した。各風速区の付着胞子割合は、無送風区の付着胞子数を基準に求めた。

いもち病菌の胞子懸濁液を穂に接種して発病を調べると、無送風区の1穂当たりの発病初数は6.9個で、枝梗、穂軸および穂首の病斑数はそれぞれ6.2、7.1および1.5個であった。一方、風速3.0および4.0 m/秒の風を処理すると発病初数が著しく減少し、枝梗、穂軸および穂首の病斑数も少なくなった。いもち病菌胞子を接種した穂に、風速3.0 m/秒の風と水50 ml/株の霧状散水を同時処理すると、穂首いもちと初いもちの発病はなかったが枝梗では発病が認められた。このように葉上と同様、穂でも風と溢泌水滴によるシャワー効果により胞子の脱落と移動が起こるが、穂は構造が複雑なため胞子が脱落しにくいことがわかった。実際に送風中に田面に置いた容器内には、いもち病菌を含む複数種の糸状菌胞子がトラップされた。

6 送風が胞子の発芽に及ぼす影響

常法によりオートミール平板上に形成させたいもち病菌胞子に、小型送風機を用いて風速1.0、2.0、3.0および4.0 m/秒の風を30分間送風した。これらの胞子の発芽率は6時間後、WA平板上で無送風区80%、送風区で各々78、74、64および64%だった。一方、PSA平板上では無送風区85%、送風区で各々83、86、86および80%だった。このようにPSA上での胞子の発芽率は風速を変えてもほぼ同率であったが、WA上での胞子の発芽率は風速が速いほど低くなった。この現象は送風により胞子が発芽に対して外部からの栄養に依存する状態になったこと、すなわち胞子の発芽力が低下したことを示している。

次に、イネ葉上に形成させたいもち病斑に風速2.5、3.0および4.0 m/秒の風を30分間送風し、回収した離脱胞子のWA平板上での発芽率を調べた。その結果、

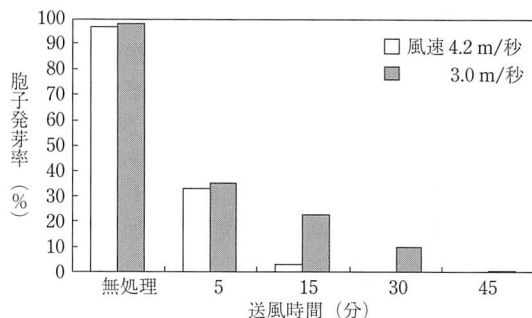


図-6 葉いもち病斑への送風処理が病斑上に形成された胞子の発芽率に及ぼす影響

イネ葉上の病斑を密閉容器内に入れて風速3および4.2 m/秒の風を送風後、採取した胞子の発芽率を調べた。なお、発芽率は8時間後に調べた。

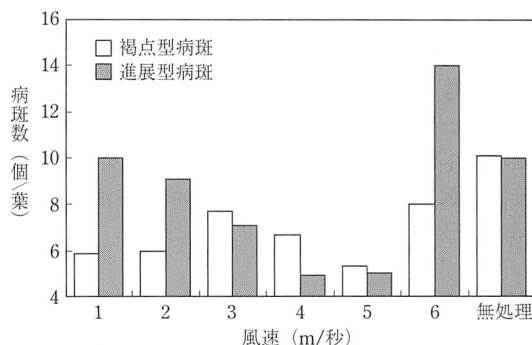


図-7 風速が葉いもちの病斑形成に及ぼす影響

4.5葉期のイネ株に風速1～6 m/秒の風を1日当たり30分間、5日連続して巡回送風処理した。8日後に、上位展開第1葉と第2葉に形成された褐点型および進展型病斑の形成数を調べた。

無送風区の発芽率が97%だったのに対し、送風区では各々31.9、16.0および2.2%といずれも胞子の発芽率は著しく低下し、特に風速が速いほど顕著に低下した(図-6)。このように、送風による胞子の発芽力の低下が、いもち病の防除機作の一つと考えられた。

7 抵抗性誘導

風速1.0～6.0 m/秒の風をイネ体に巡回送風したところ、葉いもちに対する抵抗性が誘導された(図-7)。15分間の送風時間でも、毎日送風することにより抵抗性が誘導されたが、安定した抵抗性は30分間以上の送風処理によって得られた。また、抵抗性誘導には送風日数が最低4日以上必要だった。送風によって生じる抵抗性は、進展型病斑が減少し褐点型病斑が増加する侵入抵抗性の発現であった。このような抵抗性の発現は2.5葉期から13葉期までのいずれの生育ステージでも確認さ

れ、送風処理停止後も 5 日以上継続した。また、送風間隔を 1 日または 2 日おいて処理しても同様に抵抗性の発現が確認された。さらに、いもち病菌の感染後に毎日送風処理を行うと葉に形成される胞子数も少なくなった。これらの結果は、穂いもちでも同じであった。一方、風速 7.2 m/秒の風をイネ株に巡回送風すると逆にいもち病に対する感受性が高くなり発病が増加した。

Ⅲ 送風によるその他の効用

送風は紋枯病、ウンカ類およびカメムシによる斑点米に対しても十分な効果を示した（データ略）。この結果 10 a 当たりの玄米収穫量（2001 年）は無防除が 39 kg だったのに対し、送風区は 620 kg と多く、農薬を用いた慣行栽培と変わらない結果となった。

Ⅳ 考 察

水田地帯で広域に風が吹けば地域一帯の湿度は低く推移し、結露し難いためいもち病菌の感染の機会は少なくなる。しかし、いもち病の常発地帯では、夜間は無風で湿度が高く推移することが多い。このような中でも水田に巡回送風するとイネ体が振動し水滴が脱落するため、早朝の水田内の湿度を低下させるとともに、その後の気

温の上昇を早めることができた。また、送風は葉上の溢泌水滴と結露水滴を消失させ、また胞子を脱落させるため感染の機会を著しく減少させた。さらに、胞子の発芽阻害と病斑上での胞子形成阻害をもたらすとともに、発芽胞子をイネ体上で移動させることにより顕著な侵入抑制をもたらせた。また、長期間の巡回送風処理によってイネ体に抵抗性誘導も認められた。以上、巡回送風によるいもち病の発生抑制は、上記の複数の現象が総合的に作用して生じていると考えられた。

お わ り に

巡回送風の経営的評価については紙面上割愛した。今後は、実用化に向けた送風機の開発が課題である。最後に、本研究に多大なるご指導をいただいた中央農業総合研究センター糸状菌病害研究室長 小泉信三博士、農業生物資源研究所 林長生博士に謝意を表する。

引 用 文 献

- 1) 安達忠衛ら (1980): 北日本病虫研報 31: 20 ~ 22.
- 2) 橋本 晃ら (1984): 福島農試特報 2: 1 ~ 104.
- 3) 鈴木穂積 (1969): 北陸農試研報 10: 1 ~ 118.
- 4) 田口義広 (2000): 日植病報 66: 169.
- 5) ———・百町満朗 (2001): 同上 67: 296.
- 6) ———・———— (2002): 同上 68: 80 ~ 81.

登録が失効した農薬 (18.3.1 ~ 3.31)

掲載は、種類名、登録番号：商品名（製造業者又は輸入業者）登録失効年月日

「殺虫剤」

- スタイナーネマ カーボカプサエ剤
21031: バイオセーフ (エス・ディー・エス バイオテック) 2006/3/5
- 除虫菊剤
2191: トモノ除虫菊乳剤 3 (シンジェンタ ジャパン) 2006/3/22
- BRP 乳剤
12924: トモノジプロム乳剤 (日本農薬) 2006/3/15
- ジメチルピビンホス・MIPC 粒剤
15012: クミアイランガードミプシン粒剤 (クミアイ化学工業) 2006/3/17
- スタイナーネマ カーボカプサエ剤
19563: バイオセーフ (エス・ディー・エス バイオテック) 2006/3/24
- メタアルデヒド粉剤
19564: マイキラー粉剤 (富士グリーン) 2006/3/24
- MEP 乳剤
19592: 家庭園芸用トモノスミチオン乳剤 (シンジェンタ ジャパン) 2006/3/27
- マラソン乳剤
19603: 家庭園芸用トモノマラソン乳剤 (シンジェンタ ジャパン) 2006/3/27

「殺菌剤」

- IBP 乳剤
8058: キタジン P 乳剤 (クミアイ化学工業) 2006/3/7
- オキシロニック酸・ジクロメジン・フサライド粉剤
17977: ラブサイドモンガードスターナ粉剤 DL (三共アグロ) 2006/3/30
- キャプタン・ポリオキシシン水和剤
12952: クミアイポリキャプタン水和剤 (クミアイ化学工業) 2006/3/31

「殺虫殺菌剤」

- BPMC・PAP・カスガマイシン・フサライド粉剤
15215: カスラプエルサンバッサ粉剤 DL (北興化学工業) 2006/3/1
- ベンスルタップ・カスガマイシン・バリダマイシン・フサライド粉剤
17129: ホクコーカスラプバリダルーバン粉剤 DL (北興化学工業) 2006/3/1
- エトフェンブロックス・ベンスルタップ・バリダマイシン粉剤
16976: ホクコールーバントレバリダ粉剤 DL (北興化学工業) 2006/3/8
- 16977: ルーバントレバリダ粉剤 DL (住化武田農薬) 2006/3/8 (36 ページへ続く)