

イネ稲こうじ病の薬剤散布適期判定システムの開発

芦澤武人*

目 次

I はじめに	1	III 結 果	8
II システムの構成と電子メールを 利用した薬剤散布適期の現地実証	2	IV 考 察	9
1. 概 要	2	V 摘 要	11
2. アルゴリズム	2	引用文献	11
3. パラメータとデータの構成	4	Summary	12
4. システムによる発生量と薬剤の 散布適期予測の適合性	8		

I. はじめに

イネ稲こうじ病(病原菌 *Ustilaginoidea virens*)は、葉身や葉鞘では病徴が認められず、穂の穎花のみが発病し暗緑色の病粒が形成される病害である。病粒がイネの収穫や玄米の調製段階で混入すると、食用米では玄米への着色や病粒片の混入による規格外米の発生、飼料用稲では病粒が混入したサイレージに対する牛の忌避行動、採種圃場で生産した種子では病粒混入に対するクレームによる返品が問題となる。最近10年間(平成17~26年度)における全国の稲こうじ病の被害面積は、10万haを超える年が5回出現しており、再興病害として認識されつつある。

本病の発生生態は不明な点が多いが、近年土壤伝染性の病害であること⁽²⁾や根に感染すること^(11,12)が明らかになってきている。病粒中に含まれる厚壁胞子は、水田土壤の表面に落下・越冬し、耕起や代かきにより圃場内に拡散して移植後のイネの根に付着する。発芽した菌糸は根の組織中に侵入・伸展して生長点付近に到り、そこに長期間とどまるが、幼穂が形成される時期になると、止葉の葉鞘内側に菌糸

が到達し、出穂前の幼穂の穎花が感染する^(1,4)生活環であることが解明されてきている。これらの中で、伝染源となる土壤菌量が、本病の発生量を把握する上で重要であると考えられる。

本病は薬剤防除が可能であるが、イネの土壤伝染性病害のひとつである紋枯病と比較しても、散布適期の期間が短いことが明らかになっている。登録薬剤(2015年6月現在)の中で、銅剤では出穂期21~10日前⁽¹⁵⁾、シメコナゾール剤では21~14日前⁽¹³⁾が散布適期であり、この前後では薬剤による防除効果が劣るか全く効果がない。これは、本菌が止葉の葉鞘に存在しない場合や、葉鞘表皮から幼穂の穎花内へ菌糸が侵入し花器への感染が成立した時期では、薬剤の効果が十分でないことを示しており、本病の防除にあたっては散布適期を的確に予測することが必要となる。

そこで本報告では、イネ稲こうじ病の発生生態をモデル化し、効果的な防除が可能となる薬剤散布適期判定システムを作成することを試みた。

なお、現地圃場における本システムの適合性を明

らかにするために実施した試験では、秋田、山形、新潟、茨城、熊本の各県の試験研究機関・普及セン

ターならびに熊本県JAの職員各位にご協力いただいた。ここに記して感謝申し上げます。

II システムの構成と電子メールを利用した薬剤散布適期の現地実証

1. 概要

本システムはPHP言語で作成したウェブアプリケーションであり、ウェブブラウザがインストールされたパーソナルコンピュータ上で動作するため、使用者の環境を問わない。図1に概要を示した。農林水産研究情報総合センター（気象データサーバ）が提供する現在や過去のアメダスのデータをFTPファイルで取得し計算に利用する。本システムによる当該年度の計算のために、毎朝7時（1日1回）に前日のリアルタイムアメダスデータを取得するように設定している。利用者は、本システムを公開しているウェブサイト（<http://150.26.154.181/renew/login.php>）にアクセスし、診断条件を登録することで、本病の防除に必要な情報を電子メールで受信し、Web画面で株あたり病粒数の予測値を確認することができる。なお、本システムの利用に当たっては事前登録が必要である。

2. アルゴリズム

1) 株あたり病粒数

基本アルゴリズムを図2に示した。「計算開始」日であるイネの移植日から日平均気温を毎日積算する。株あたり病粒数は、幼穂形成期の積算気温に達した日から、次式1⁽⁵⁾を用いて計算し積算する。

$$NI = c \sum_{i=1}^n Ri \cdot P \cdot f$$

ここで、 NI は株あたり病粒数、 c は降雨の頻度あたり病粒増加数、 Ri は降雨の頻度（0.5 mm以上の降雨が観測された日を度数1とカウント）、 P は土壌菌量、 f は品種の圃場抵抗性程度である。出穂期に達した日あるいは気象データの取得が終了した日に株あたり病粒数の計算は終了する。一方、株あたり病粒数の計算期間中に連続して10日間以上降雨がないと感染に不適である事例が認められたため⁽⁵⁾、この条件では、株あたり病粒数に感染抑制係数を乗じて計算するものとした。

2) 薬剤散布等に関する電子メールの配信

薬剤の散布を的確に行うことを支援するために、イネの移植日から出穂期までに、次の7通の電子メールを配信するアルゴリズムを考えた（表1）。①出穂期40日前：薬剤の準備を確認する日、②幼穂形成期：株あたり病粒数の計算を開始する日（出穂期25～30日前であり品種により設定値を変える）、③薬剤散布適期開始日：薬剤の散布適期に入った日、④出穂期20日前：薬剤を散布する時期であることを再確認する日、⑤閾値を超過した日：任意に設定した株あたり病粒数の値を超えた日、⑥薬剤散布適期終了日：散布適期が終了した日、⑦出穂日：出穂期に達した日。これらの電子メールは表1のように時系列順に配信されるようプログラムした。

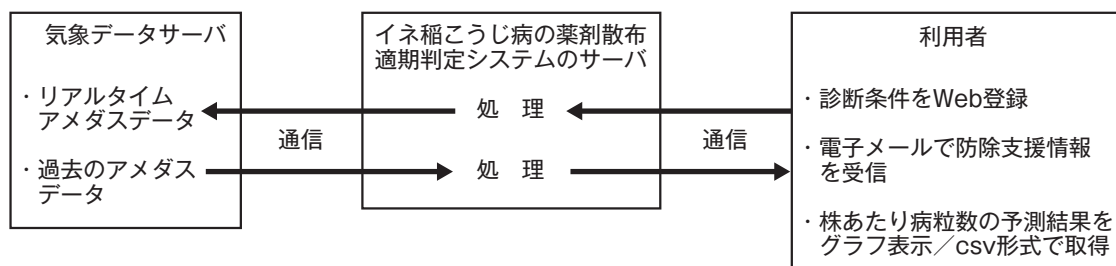


図1 システムの概要

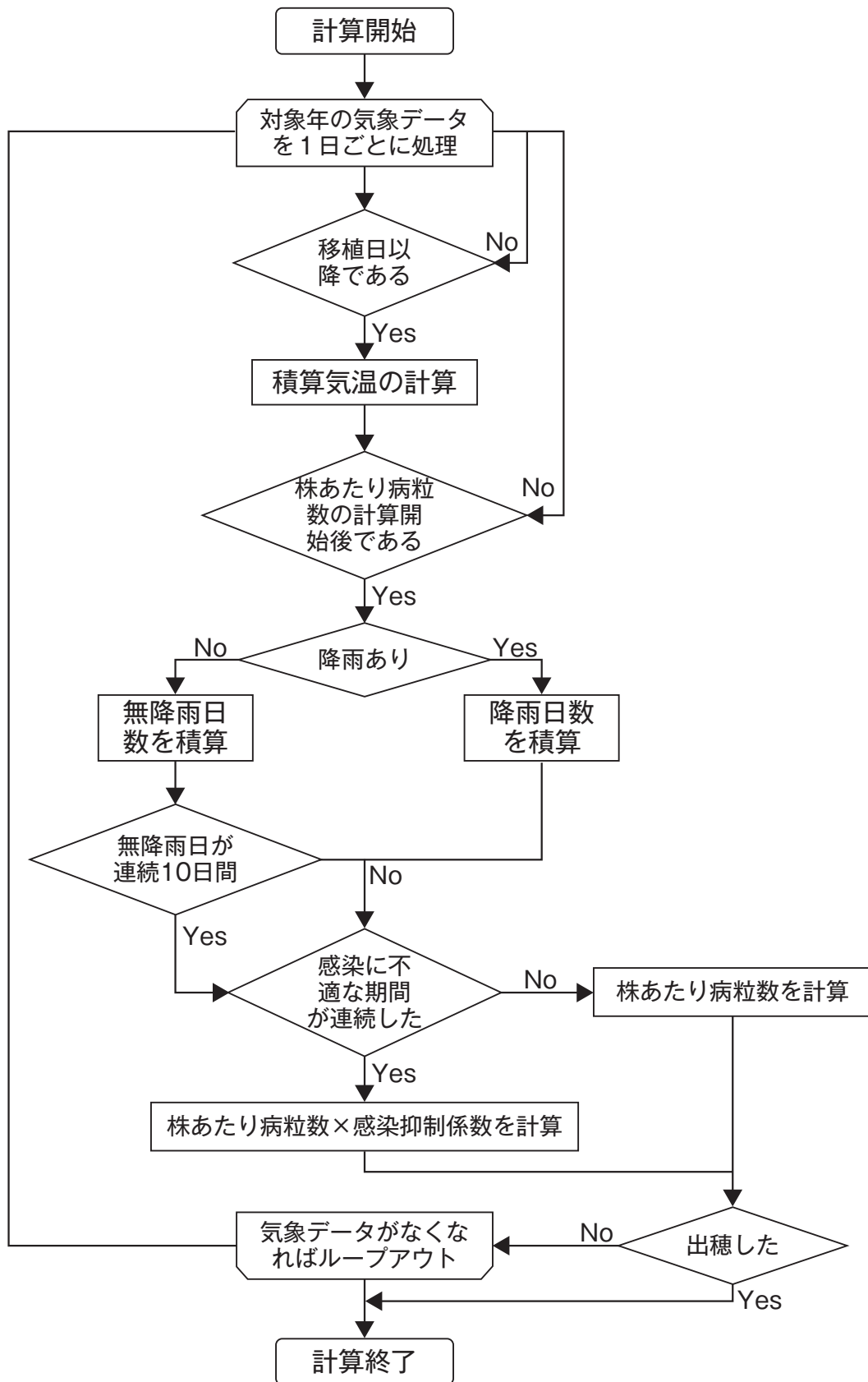


図2 イネ稲こうじ病の薬剤散布適期判定システムにおける株あたり病粒数予測値を算出するための基本アルゴリズム

注) 株あたり病粒数は、式1: $Nl = c \sum_{i=1}^n Ri \cdot P \cdot f$ (芦澤 2014) を利用

3. パラメータとデータの構成

1) 診断に必要な条件の登録

(1) アメダス地点

全国のアメダス地点を選択できるようにした(図3)。また、過去の気象データを用いて本病の発生量を解析するために、2001年から現在までのアメダスデータを選択して利用できるようにした。

(2) 薬剤の登録

薬剤名、散布時期(期間)、防除効果、閾値を登録する画面を設けた(図4)。各薬剤の防除効果の

表1 電子メールの配信順序

電子メール	配信情報
1	出穂期 40 日前
2	幼穂形成期 (出穂期 25 ~ 30 日前)
3	薬剤散布適期開始日
4	出穂期 20 日前
5	任意に設定した株あたり病粒数の閾値を超えた日
6	薬剤散布適期終了日
7	出穂期

注) 電子メール 2 は株あたり病粒数の予測値の計算開始日に該当する

値は、既報等^(13,15)のデータを利用した値をデフォルトとした。閾値は、将来的に防除要否を判断するために設定した株あたり病粒数の予測値であり、気象予測を本システムに組み込んだ段階で要防除水準として利用することを想定している。なお、現システムでは、土壌菌量が極めて高い圃場以外では利用が

AMeDASの確認

表示するAMeDASのデータの地点と年を選択してください。

北海道地方の地点一覧	畚形	2014	表示
東北地方の地点一覧	大間	2014	表示
関東地方の地点一覧	花園	2014	表示
東海・甲信地方の地点一覧	野沢温泉	2014	表示
北陸地方の地点一覧	安塚	2014	表示
近畿地方の地点一覧	柳ヶ瀬	2014	表示
中国・四国地方の地点一覧	上長田	2014	表示
九州・沖縄地方の地点一覧	宗像	2014	表示

図3 全国のアメダス地点の選択画面の一部

注) アメダス地点と過去の年次を選択する画面。当該年度の地点を選ぶ画面は別途用意している



図4 薬剤の登録画面

注) 畑化後に水田に復元した田畑輪換の影響も選択できる

難しいため、今後の検討課題としている。また、田畑輪換は本病の発生に影響を及ぼすことが報告⁽¹⁰⁾されているので、畑化した後の水田圃場が対象となる場合を考慮して前年（1年前）の田畑輪換の有無を選択できる項目も設けた。

(3) 土壌菌量（発生量）の登録

土壌菌量（Ct値）と発生量の関係^(2,5,8)を入力する画面を設けた（図5）。土壌菌量は、Ashizawa et al. (2010)の方法で測定した値を入力できるようにした。また、過去の調査結果から発生量と菌量の値がほぼ対応している（図5の設定情報を参照）ことから、近年の発生量の調査データがあれば、それを参考に選択することもできる。なお、土壌菌量の値はDNA量で表すことを考えたが、測定値は5桁の幅があるためユーザーが値を把握しにくいこと考慮して、DNA量に該当するCt値を便宜的に用いている。

(4) 品種と圃場抵抗性の登録

イネ稲こうじ病に対する圃場抵抗性は、品種毎に異なる。式1に利用する圃場抵抗性のパラメータの値を決定するために、品種別の圃場抵抗性程度を登録する画面を設けた（図6）。穂あたり病粒数のデー

タ⁽³⁾を利用して、基準品種「コシヒカリ」の圃場抵抗性程度を「1.0」として品種毎に値を計算し、主な食用品種と一部の飼料用品種についてはデフォルト値を用意した。その他の品種については、同様の方法で接種試験を行うか、過去の報告等^(3,6)を参考に値を決定した。

2) 診断条件の設定・登録

上述の(1)～(4)で登録した条件と、電子メールの配信条件を選択・設定する画面を設けた（図7）。個々の項目は次の通りとした。

- ・移植日：アメダス地点を選択し、次の画面で表示される年月日から選択した移植した日。診断画面では自動表示される。
- ・品種と圃場抵抗性程度：プルダウンメニューから選択する。
- ・移植日から出穂期p日前（幼穂形成期）までの積算気温：イネの移植日から幼穂形成期までの積算気温を入力する。平年の出穂期から25～30日前（品種毎に異なる）の値を入力する。
- ・日最高気温u℃以下：登録した温度を超える日があると感染抑制係数と同じパラメータとして機能する。将来高温が発病を抑制する可能性を想定し、この項目を設けたが、必要の有無については



図5 土壌菌量（Ct値）の登録画面

注) Ashizawa et al. (2010)の方法で測定した値を入力する。
Ct値は発生量と対応しており、次の5段階の発生リスクに分類している。0：発生なし，1：微発生，2：少発生，3：中発生，4：多発生，5：甚発生

イネ稲こうじ病の薬剤散布適期判定システム

品種と圃場抵抗性の一覧

追加

品種名	圃場抵抗性	修正	削除	品種名	圃場抵抗性	修正	削除
コシヒカリ	1.0	修正	削除	あきたこまち	0.3	修正	削除
夢あおば	3.7	修正	削除	まなむすめ	0.8	修正	削除
中部32号	0.3	修正	削除	ヒノヒカリ	1.0	修正	削除
ひとめぼれ	1.0	修正	削除	まいひかり	0.57	修正	削除
クサホナミ	8.0	修正	削除	さつま雪もち	0.5	修正	削除
とりで1号	3.7	修正	削除	新潟	3.4	修正	削除
まいひかり	1.0	修正	削除	まっしぐら	2.0	修正	削除
宮城	2.0	修正	削除	ヒノヒカリ	1.0	修正	削除
にこまる	1.0	修正	削除	ふくおこし	1.0	修正	削除
ふさこがね	0.5	修正	削除	北陸193号	5.0	修正	削除
はえぬき	2.0	修正	削除	ふさおとめ	0.5	修正	削除
にこまる	2.0	修正	削除				

図6 品種と圃場抵抗性の登録画面例

注) 品種は「コシヒカリ」、圃場抵抗性程度は「1.0」を基準とし (Ashizawa et al., 2011), この程度は値が大きいほど弱く, 小さいほど強いことを示す。

今後検討の余地がある。

- ・ 出穂期 h までの積算気温：イネの移植日から出穂期までの積算気温 (平年値) を入力する。
- ・ 感染確率係数 (a), (b), (d)：前述の式 1 の P を決定するために利用する係数⁽⁵⁾であり, デフォルト値を利用する。
- ・ Ct値 (発生量)：プルダウンメニューから選択す

る。

- ・ 常発圃場である：微気象が影響して常発的に発生する圃場の場合⁽⁵⁾に選択する。そうでない場合は「いいえ」を選択する。
- ・ 降雨一次式係数 (g), (k)：式 1 の c の値を決定するために利用している⁽⁵⁾。デフォルト値を利用する。

別画面で選択後自動表示

プルダウンメニューで選択

移植から幼穂形成期までの積算気温を入力

移植から出穂期までの積算気温を入力

(変更しない)

プルダウンメニューで選択

「はい」か「いいえ」を選択

(変更しない)

プルダウンメニューで選択

出穂期－出穂期約40日前までの積算気温を入力

出穂期－出穂期約20日前までの積算気温を入力

散布適期開始日までの積算気温を入力

散布適期終了日までの積算気温を入力

診断実行

診断結果をCSVでダウンロード

この計算を保存

図7 診断条件を設定・登録する画面例

注) 図中の数値はコシヒカリのデフォルト値を表す。品種毎に値を設定する。

品種と圃場抵抗性程度, Ct値(発生量), 薬剤と閾値は, 診断前に登録したデータをプルダウンメニューにより選択できる

- ・ 薬剤と閾値：薬剤の種類と防除効果の値および閾値をプルダウンメニューから選択する。
- ・ 出穂期約40日前メールの積算気温(Th40)：平年の出穂期までの積算気温から出穂期約40日前までの積算気温を減じた値を入力する。
- ・ 出穂期約20日前メールの積算気温(Th20)：平年の出穂期までの積算気温から出穂期約20日前

- までの積算気温を減じた値を入力する。
 - ・ 散布適期開始メールの積算気温：散布適期の開始日までの積算気温(平年値)を入力する。
 - ・ 散布適期終了メールの積算気温：散布適期の終了日までの積算気温(平年値)を入力する。
- なお、値のほとんどは新潟県上越市の圃場試験で得た「コシヒカリ」の値⁵⁾をデフォルトとしている。

本診断画面からは、株あたり病粒数の計算期間内であれば、その発生量の予測値をリアルタイムで確認することができ（図8）、csv形式でその値をダウンロードできるようにした。

4. システムによる発生量と薬剤の散布適期予測の適合性

2013～2014年に秋田県、山形県、茨城県、新潟県、熊本県において、本システムに診断に必要な条

件（表2）を登録し、利用者に配信された電子メールによる薬剤防除情報（図9）を参考に薬剤散布を行った。次に、本システムにより予測されたイネ稲こうじ病の株あたり病粒数と薬剤散布の適期期間を実測値と比較した。なお、現時点での本システムは、薬剤防除を行うことを前提とした利用者が主な対象であり、本システムによるイネ稲こうじ病の予測発生量は、薬剤防除の効果を確認するために利用するものとした。

Ⅲ 結果

現地圃場10地点では、Ct値が29.54～38.24（土壌菌量で0.043～8.58 pg）と少～多発生リスクがある圃場が試験対象となり、東北、北陸、関東、九州の異なる地域での試験となった（表2）。本システムにより配信された電子メールによる情報（図9）を参考に薬剤を散布した結果、いずれの地点でも、実際の散布日は実測の出穂期から計算した

薬剤の散布適期内に収まっていた（表3）。なお、システムで予測された薬剤の散布適期は、出穂期の予測誤差から判断して+4～-6の範囲にあり、現地圃場10地点の平均は±3.5日であった（表4）。

一方、薬剤による防除効果について株あたり病粒数の実測値と予測値を比較した結果、8地点で実測と予測でその値は大きな違いがなかったが、1地点

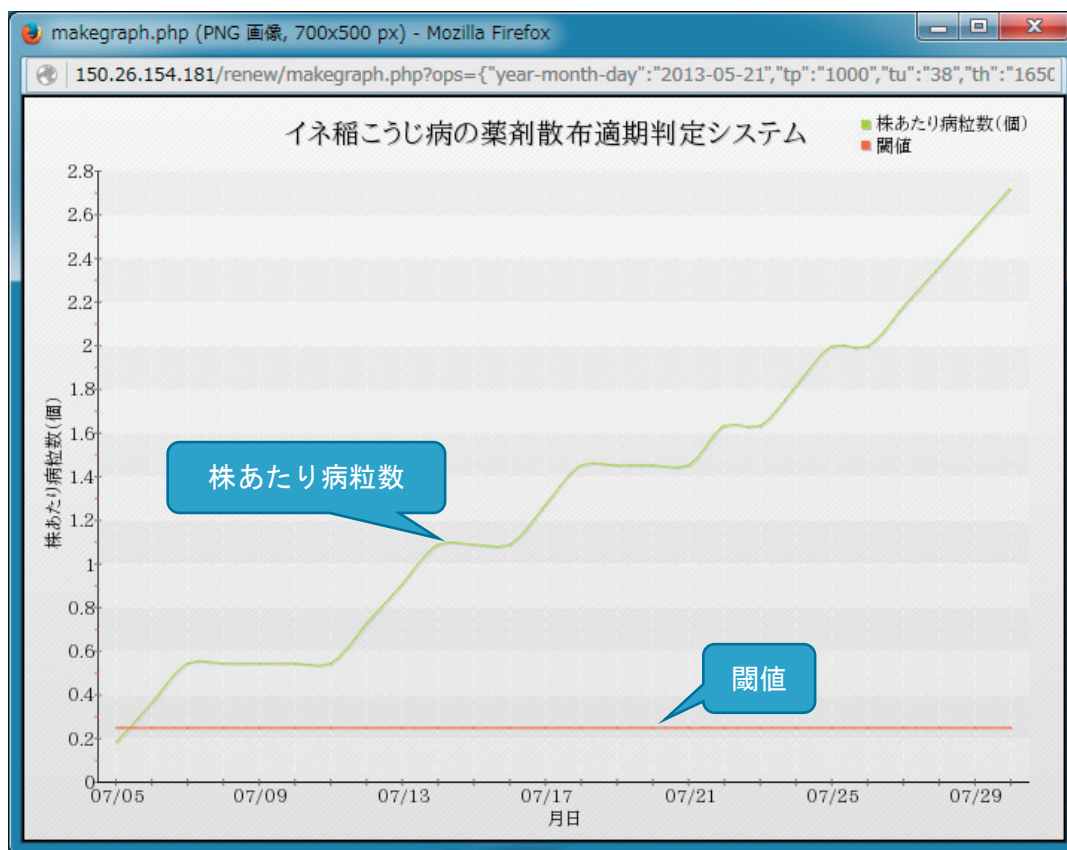


図8 イネ稲こうじ病の株あたり病粒数予測値の表示画面例

注) 赤線は任意に設定した閾値

(新潟県見附市)では薬剤散布後の降雨量(散布後2日間で64mm)が多かったことが原因と考えられる発病の増加が認められた。別の1地点(山形県鮭川

村)では予測値と実測値に2桁程度の大きな差が認められ、気象要因の解析を試みたが理由は判然としなかった。

IV 考察

イネ稲こうじ病の発生生態の解明により得られた疫学モデルと品種の圃場抵抗性程度のパラメータ等を利用して、本病に対する薬剤の散布適期と発生量を予測するアルゴリズムを作成し、ウェブプログラムにより提供する「イネ稲こうじ病の薬剤散布適期判定システム」を構築した。

本システムから配信される電子メールの情報、特に散布適期開始メールの情報を利用することで、薬剤の散布適期の期間が短い本病を効率的に防除するための支援ツールとして利用できることが示された。電子メールの配信日は、実際の出穂期から計算した散布適期開始日より遅れた場合でも、散布適期の前半に当たり、適期内に散布できた。また早くに配信された場合でも、降雨等が影響してイネの生育が遅れるとともに防除も遅れ、現地で実際に散布した日は散布適期内であった。さらに、生育が遅れている場合は、幼穂が形成されていることを散布前に確認するよう指導していたため適期に散布できた。

ただし、出穂期予測が薬剤散布適期の予測精度に直接影響するので、現在、出穂期予測モデルやメッシュ農業気象データ⁽⁹⁾を利用したより精度の高いモデルへと改良を進めている。

また、本システムが提供する株あたり病粒数の予

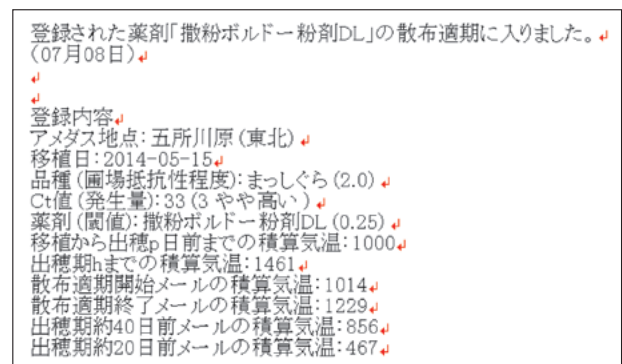


図9 登録した診断条件に従って自動配信された電子メールの内容例

注) 散布適期に入ったことを知らせる情報

表2 イネ稲こうじ病の薬剤散布適期判定システムの現地圃場の設定条件

年次	地点	アメダス地点	品種名	イネの移植日	積算気温(℃)		Ct値	薬剤の種類名 ^{c)}
					出穂期30日前 ^{a)}	出穂期		
2013	新潟県見附市	三条	コシヒカリ	5月3日	1916	2459	31.0 (3.53)	銅粉剤A
2013	熊本県山都町	高森	ヒノヒカリ	4月26日	1300	1880	38.24 (0.043)	銅粉剤B
2014	秋田県秋田市1	岩見山内	あきたこまち	5月10日	891	1562	34.24 (0.49)	銅水和剤
2014	秋田県秋田市2	岩見山内	あきたこまち	5月10日	891	1562	34.24 (0.49)	フサライド・イミノクタジン酢酸塩粉剤
2014	山形県鮭川村	新庄	コシヒカリ	5月29日	1042	1757	31.98 (1.94)	シメコナゾール粒剤
2014	新潟県上越市	高田	商用品種 ^{b)}	5月5日	1557	2343	29.54 (8.58)	シメコナゾール粒剤
2014	茨城県常陸大宮市1	水戸	コシヒカリ	5月11日	1000	1650	30.86 (3.84)	銅水和剤
2014	茨城県常陸大宮市2	水戸	コシヒカリ	5月6日	1000	1650	34.98 (0.31)	銅水和剤
2014	熊本県山都町1	阿蘇乙姫	ヒノヒカリ	6月1日	1159	1778	35.59 (0.22)	銅粉剤B
2014	熊本県山都町2	阿蘇乙姫	ヒノヒカリ	6月1日	1159	1778	32.61 (1.32)	銅粉剤B

a) ヒノヒカリは25日前
 b) 非公開
 c) 銅粉剤A: 撒粉ボルドー粉剤DL, 銅粉剤B: Zボルドー粉剤DL, 銅水和剤: ドイツボルドーA, フサライド・イミノクタジン酢酸塩粉剤: ラブサイドベフラン粉剤DL, シメコナゾール粒剤: モンガリット粒剤
 d) 薬剤のパラメータ値は、撒粉ボルドー粉剤DL・Zボルドー粉剤DL・ドイツボルドーAで0.01, ラブサイドベフランで0.5, モンガリット粒剤で0.1を利用

測精度は8～9割程度であると考えられた(表4)。しかし、1地点では明らかな外れ値が認められた。このことは、モデルとして用いた基本式⁽⁵⁾のパラメータの中で精度を上げるためにさらに検討すべき項目があることを示している。気象パラメータの一つである降雨の頻度は、過去の報告を考慮しても発生量に影響することは明らかである^(5,14)。しかしながら、接種試験であるものの、相対湿度が発病程度に影響することが示唆される報告^(6,7)があり、湿潤時間等のパラメータへ変更・改良することで精度が向上する可能性がある。これについては、気象予測と発病予測により防除要否を判定できるシステム

の開発を進めており、今後検討を行う予定である。

イネ稲こうじ病は近年の気象変動に伴い全国的に再興イネ病害として再び注目されている。本病を抑制するためには、圃場段階で発生を抑制することが肝要である。そこで、本システムを利用して地方自治体の職員や農家レベルで防除の意志決定ができることを支援する目的で、「イネ稲こうじ病の薬剤防除マニュアル」を作成して公開した(http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/laboratory/narc/manual/058289.html)。本マニュアルを併せて利用することで、効果的に本病を防除することが可能となることが期待される。

表3 一般圃場における薬剤散布適期判定の現地実証

年	地点	散布適期開始～終了日の予測(実測) ^{a)}	散布実施日
2013	新潟県見附市	7月12日～7月23日(7月12日～7月23日)	7月16日
2013	熊本県山都町	7月28日～8月8日(7月30日～8月10日)	8月6日
2014	秋田県秋田市1	7月12日～7月26日(7月13日～7月24日)	7月22日
2014	秋田県秋田市2	7月12日～7月26日(7月13日～7月24日)	7月22日
2014	山形県鮭川村	7月25日～8月1日(7月22日～7月30日)	7月28日
2014	新潟県上越市	7月28日～8月4日(7月25日～8月1日)	7月30日
2014	茨城県常陸大宮市1	6月30日～7月13日(7月6日～7月17日)	7月10日
2014	茨城県常陸大宮市2	6月30日～7月13日(7月8日～7月19日)	7月13日
2014	熊本県山都町1	7月31日～8月13日(8月7日～8月18日)	8月11日
2014	熊本県山都町2	7月31日～8月13日(8月7日～8月18日)	8月11日

a) 括弧内の月日は、実際の出穂期から逆算して計算した薬剤の散布適期期間

表4 現地圃場における株あたり病粒数及び出穂期の予測

年	地点	株あたり病粒数(個) ^{a)}		出穂期の実測値(予測値)
		予測値	実測値	
2013	新潟県見附市	0.093	0.88 ^{b)}	8月2日(8月2日)
2013	熊本県山都町	0.00004	0	8月20日(8月21日)
2014	秋田県秋田市1	0.004	0.017	8月3日(8月7日)
2014	秋田県秋田市2	0.21	0.18	8月3日(8月7日)
2014	山形県鮭川村	1.27	0.03	8月12日(8月15日)
2014	新潟県上越市	3.1	1.9	8月15日(8月18日)
2014	茨城県常陸大宮市1	0.031	0.0004	7月27日(7月24日)
2014	茨城県常陸大宮市2	0.031	0.007	7月29日(7月24日)
2014	熊本県山都町1	0.003	0.078	8月28日(8月22日)
2014	熊本県山都町2	0.11	0.05	8月28日(8月22日)

a) システムにより計算された予測値は、株あたり病粒数に薬剤の効果に乗じた値を示し、実測値は薬剤を散布した圃場における発生量の調査値を表す

b) 薬剤散布後に降雨あり(7月17日46.5mm, 18日17.5mm)

V 摘要

イネ稲こうじ病の発生生態の解明とそれに基づく疫学モデルを作成し、「イネ稲こうじ病の薬剤散布適期判定システム」を開発した。本システムのウェブプログラムにおいてアメダス地点、移植日、品種、薬剤の種類と散布期間、土壌菌量を選択し、平年の出穂期までの積算気温等を入力して登録すると、薬剤散布適期開始日を含む防除に必要な情報が電子

メールで配信され、薬剤散布の意志決定を支援することができる。現地圃場 10 地点における本システムの適合性を評価した結果、薬剤が散布された日は、予測期間内あるいは実測の出穂期から計算した散布期間内に収まっており、本システムが実用上利用可能であることが示された。

引用文献

1. 芦澤武人・片岡由希子 (2005) イネ稲こうじ病菌特異的プライマーを用いたNested-PCRによる圃場に栽培された出穂前後の穂からの検出. 日植病報, 71, 16-19
2. Ashizawa, T., Takahashi, M., Moriwaki, J. and K. Hirayae (2010) Quantification of the rice false smut pathogen *Ustilaginoidea virens* from soil in Japan using real-time PCR. Eur. J. Plant Pathol., 128, 221-232
3. Ashizawa, T., Takahashi, M., Moriwaki, J. and K. Hirayae (2011) A refined inoculation method to evaluate false smut resistance in rice. J. Gen. Plant Pathol., 77, 10-16
4. Ashizawa, T., Takahashi, M., Arai, M. and T. Arie (2012) Rice false smut pathogen, *Ustilaginoidea virens*, invades through small gap at the apex of a rice spikelet before heading. J. Gen. Plant Pathol., 78, 225-259
5. 芦澤武人 (2014) 土壌菌量と気象条件がイネ稲こうじ病の発生に及ぼす影響の検討と発生量を予測するためのモデルの作成. 関東東山病虫研報, 61, 18-22
6. 藤田佳克・園田亮一・八重樫博志 (1989) 稲こうじ病菌分生胞子のイネ穂ばらみ期接種. 日植病報, 55, 629-634
7. Jia, Q., Lv, B., Guo, M., Luo, C., Zheng, L., Hsiang, T. and H. Junbin (2015) Effect of rice growth stage, temperature, relative humidity and wetness duration on infection of rice panicles by *Villosioclava virens*. Eur. J. Plant Pathol., 141, 15-25
8. Kageyama, K., Komatsu T. and H. Suga (2003) Refined PCR protocol for detection of plant pathogens in soil. J. Gen. Plant Pathol., 69, 153-160
9. 大野宏之 (2014) メッシュ農業気象データ利用マニュアル. 中央農研研究資料, 9, 1-77
10. 笹原剛志・三上綾子・畑谷みどり (2008) 宮城県におけるイネ稲こうじ病の発生に影響を及ぼす要因の解析. 北日本病虫研報, 59, 18-21
11. 鈴木恵理・太田雄輔・田中栄爾 (2012) 圃場中のイネ体からの稲こうじ病菌DNAの検出. 北陸病虫研報, 61, 31
12. Schroud, P. and D. O., Tebeest (2005) Germination and infection of rice roots by spores of *Ustilaginoidea virens*. AAES Research Series 540: B. R. Wells Rice Research Studies 2005, 143-151
13. Tsuda, M., Sasahara, M., Ohara, T. and S. Kato (2006) Optimal application timing of simeconazole granules for control of rice kernel smut and false smut. J. Gen. Plant Pathol., 72 , 301-304
14. 辻 英明・長田 茂・須藤真紀子 (1997) 稲こうじ病の発生と気象要因との関係. 宮城農七報, 63, 12-21
15. 八重樫博志・藤田佳克・園田亮一 (1989) 昭和63年に多発した稲こうじ病. 植物防疫, 43, 311-314

Development of a decision support system for timely application of fungicides against the false smut disease of rice

Ashizawa Taketo *

Summary

A decision support system of timely application of fungicides against the false smut disease of rice caused by *Ustilaginoidea virens* was developed. The system provides e-mail alerts of optimal application timing by registering automated meteorological data acquisition system (AMeDAS) points, rice planting

dates, rice cultivars, fungicides and their application period, rice false smut density in soil, cumulative temperatures of heading dates in the system website. Availability of the system subjecting 10 field trials indicated that this alert information is useful for control of the false smut disease.