

ナシ病害防除支援情報システムの開発

— 梨病害防除ナビゲーション —

中央農業総合研究センター ^{すが}菅 ^{はら}原 ^{こう}幸 ^じ治
 千葉県農林総合研究センター ^{うしお}牛尾 ^{しんご}進吾・^{かねこ}金子 ^{ようへい}洋平

はじめに

ニホンナシの病害虫防除においては、年間に殺虫剤・殺菌剤あわせて20回前後の薬剤散布が実施されている。千葉県では、‘幸水’、‘豊水’などの主要品種における最重要病害は、ナシ黒星病である。この黒星病を主な防除対象として、慣行栽培では年間10数回（有効成分の総使用回数で約20回）、特に4～7月の生育期間にはほぼ10日間隔で殺菌剤散布が行われる（千葉県のナシ病害虫防除暦の場合）。近年、環境保全型の栽培体系が求められており、薬剤散布回数の低減が重要課題の一つとなっている。

中央農業総合研究センター（以下、中央農研）と千葉県農林総合研究センター（以下、千葉農林総研、2008年3月まで千葉県農業総合研究センター）は、1999年度より共同研究で、ナシ病害の総合的防除技術の体系化並びにネットワークを活用した病害防除支援システムの開発を進めている。千葉県ではそれまでの試験により、専門家が薬剤の種類や散布時期を適時判断して生産者を指導することで、年間7～9回の殺菌剤散布で防除暦による散布の場合と同等の病害防除効果を得られることが示されている（梅本ら、2003）。これをふまえて本研究では、的確な病害防除の方法や実施時期の判断を生産現場レベルでも可能にする情報システムの構築を目標として、ネットワーク経由で利用できる気象データに基づくナシ病害予測システム、並びに生産者向けの病害防除支援ソフトウェア「梨病害防除ナビゲーション」の開発と現地実証試験を行っている。

I 病害予測モデルの作成

多くの病原菌は、降雨や結露による植物体の「濡れ」条件下で胞子が発芽し、植物体内に侵入して感染に至る。病害の発生を予測するためのモデルとしては、リン

ゴ黒星病の葉に対する感染・発病の程度（発病度）を、気温と濡れ継続時間による関係式で記述する Mills の式が広く知られている（MacHardy and Gardoury, 1989）。しかし、Mills の式では一定の発病度ごとに異なる気温と濡れ継続時間の関係式を使用するため、発病度の連続的な変化を表現できなかった。一方、Duthie (1997) により、温度と濡れ継続時間を説明変数とする関数として、感染・発病の程度を記述する汎用的な病害予測モデルが報告されている（図-1）。本研究では、ナシ黒星病における感染の推定と発病の予測を行うモデルの作成に当たり、より柔軟に利用できるよう Duthie モデルを適用した（菅原ら、2002）。

千葉県では、ナシ黒星病病原菌の胞子（分生子）をナシの葉に接種し、その感染・発病に対する温度と濡れ継続時間の影響を調査した試験が行われており（梅本、1991）、このデータを Duthie モデルの当てはめに用いた。ナシ黒星病の発病度に対する温度および濡れ継続時間の関係は、図-1 右のグラフのようになる。Duthie モデルの当てはめにより得られたパラメータの値より、発病度の上限値（A）は73.9、感染に必要な最短濡れ継続時間（C）は8.8時間、感染最適温度は18.5℃となった。

II 病害予測システムの開発

1 病害予測モデルのプログラム化

ナシ黒星病に適用した病害予測モデルは、Java プログラミング技術によりプログラム（Java Applet）化されている（田中、2006）。ここで、モデルの計算に用いる気象データの読み込みには、気象データ仲介ソフトウェア“MetBroker”を利用している。これにより、後述する気象観測データロガーやフィールドサーバのほか、全国各地の気象データ（アメダスなど）を、ネットワークを介して読み込めるようにした。この病害予測モデルのプログラムはインターネット上で試験的に公開しており、利用者は任意の地点の気象データを選択して感染程度の計算を実行できる（図-2）。なお、降水量または湿度から濡れ継続時間を推定するサブモデルを組み込んでおり、濡れデータをもたないアメダスなどのデータを用いても病害予測モデルを実行することが可能である。

Development of a Decision Support System for Japanese Pear Disease Control. By Koji SUGAHARA, Shingo USHIO and Youhei KANEKO

（キーワード：ナシ，病害防除，黒星病，発生予測，情報システム）

$$Y = A(1 - \exp[-[g(t) \cdot (w - C)]^p])$$

$$g(t) = E' \frac{\exp[(t - F)G / (H + 1)]}{1 + \exp[(t - F)G]}$$

$$E' = E \frac{(H + 1)}{H} H^{1/(H + 1)}$$

Y: 発病度 t : 温度 w : 濡れ継続時間
 A, C, D, E, F, G, H: パラメータ (定数)
 A: Y の上限値 C: 発病に至る w の最小値

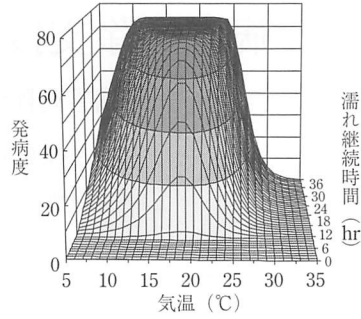


図-1 DUTHIE モデルの関係式およびナシ黒星病への適用
 右のグラフは、ナシ黒星病の発病度に対する気温と濡れ継続時間の関係モデルに当てはめた結果。

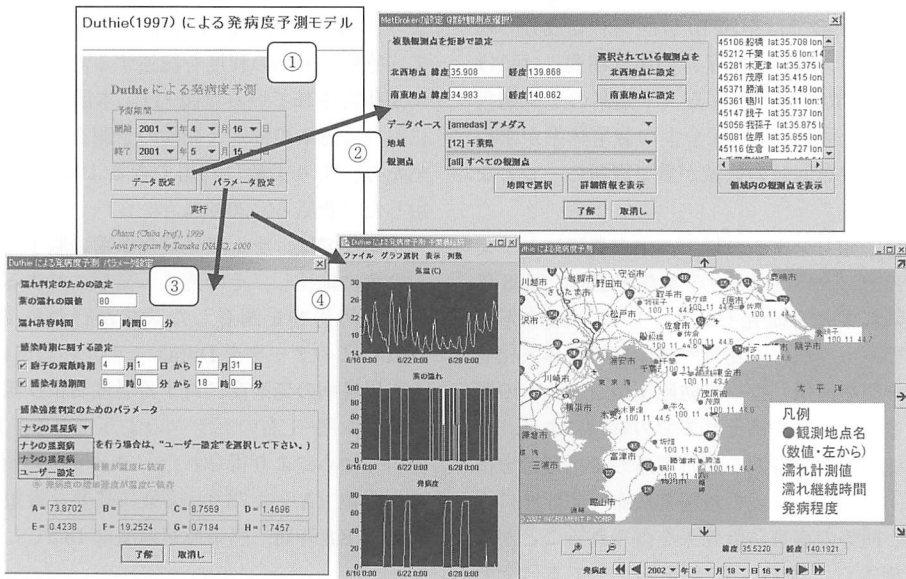


図-2 病害予測モデルのプログラム (Java Applet) の画面と使用手順
 左上: ①予測する期間の設定, 右上: ② MetBroker における気象観測地点の選択, 左下: ③
 モデルのパラメータの設定, 右下: ④実行結果のグラフおよび地図表示. プログラムの
 URL : <http://cse.naro.affrc.go.jp/ketanaoka/model/applet/>

ただし、モデルで計算した感染程度の推定値を使って実際に防除を実施するには、薬剤の効果に関する知識が必要となるため、プログラムの利用者は研究者や普及員に限られていた。

2 気象観測による病害予測システムの構築

病害予測モデルでは、前述のように説明変数 (入力データ) として気温のほか濡れ継続時間を用いる。しかし、アメダスや一般的に利用されている気象観測装置では濡れデータを計測していない。本研究開始当初の1999年には、濡れデータを実測するため、千葉県農業試験場 (現 千葉農林総研: 千葉市) のナシ試験園内に

濡れセンサを備えた気象観測データロガー (Campbell Scientific 社製) を設置した。さらに2001年に、その気象データをネットワーク経由で自動送信して MetBroker 対応のデータベースサーバに蓄積するシステムを構築した (大谷ら, 2002 a)。これにより、千葉農林総研における直近の気象データを用いた病害予測モデルの実行が可能になった。また、モデルの有効性を検証するため、2001年と02年にナシ黒星病の曝露接種試験を行い、気象データを用いたモデルの計算による予測発病度と葉の病斑数の推移がよく一致することを確認した (大谷ら, 2002 b)。

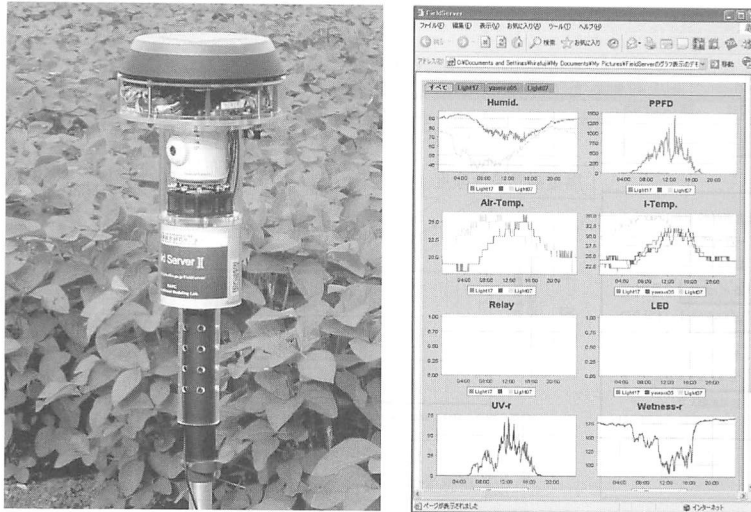


図-3 フィールドサーバの外観および計測データの表示

右の図は、フィールドサーバによる計測データを Web ブラウザ上でグラフ表示した例。

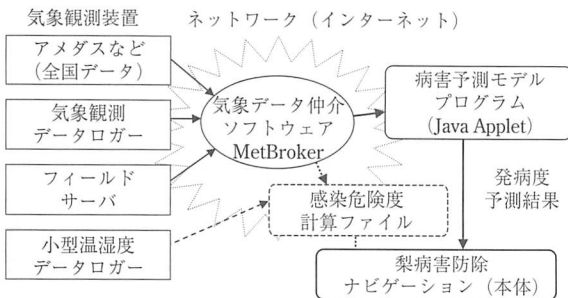


図-4 ネットワークを活用した病害予測システムの全体構成
点線で示す部分は、試作・試験中(2008年度)。

一方、中央農研では圃場自動計測・監視システム「フィールドサーバ」が開発されている(深津・平藤, 2003)。これは、計測用センサ、計測・出力機器、カメラ、無線 LAN 機器を備えた屋外設置用の装置であり、無線ネットワーク経由で現場の計測データや画像を収集できる(図-3)。濡れセンサを取り付けたフィールドサーバを 2004 年より千葉農総研のナシ試験園内に設置し、これを用いたナシ黒星病の発生予測の検証を行った(菅原, 2008)。その結果、フィールドサーバが病害予測のために利用可能であることを確認した。

以上記述したことをまとめた、病害予測システムの全体構成を図-4 に示した。

III 梨病害防除ナビゲーション

1 病害防除支援ソフトウェアの開発

ナシ黒星病防除における薬剤散布回数の低減を図るためには、病害発生予測を行うことのほかに、伝染源である胞子の飛散状況や薬剤の残効などから防除の要否を総合的に判断することが必要である。そこで、千葉農総研では、これらの情報や知見をふまえた病害防除支援ソフトウェア「梨病害防除ナビゲーション」(通称: 梨ナビ)を開発した(牛尾ら, 2007)。梨ナビの本体は、表計算ソフトウェア Microsoft Excel 2003 上で作動するマクロを含むファイルである。ナシ開花(予測)日、DUTHIE の病害予測モデルによる感染危険度(予測発病度)、薬剤散布(予定)日を入力すると、胞子飛散の開始時期、潜伏期間後の予測発病度、果実の高感受性時期、薬剤散布後の残効期間がチャートとして表示される(図-5)。黒星病菌の胞子飛散の開始時期は「豊水」の開花日を基準とし、第一次伝染源として重要な子の胞子の飛散消長は入力した開花日から推定して表示される。使用薬剤とその残効期間は、ファイル内に含まれる薬剤のデータを参照して入力できる。以上のようにして、梨ナビを利用することで黒星病防除の要否を判断できる。

また、梨ナビはナシ輪紋病についても対応しており、輪紋病に対する果実の高感受性時期および使用薬剤の治療・残効期間をチャート化して示すことができる。

2 梨ナビのネットワーク対応

梨ナビの本体ファイルでは、気象データ(気温と濡れ)

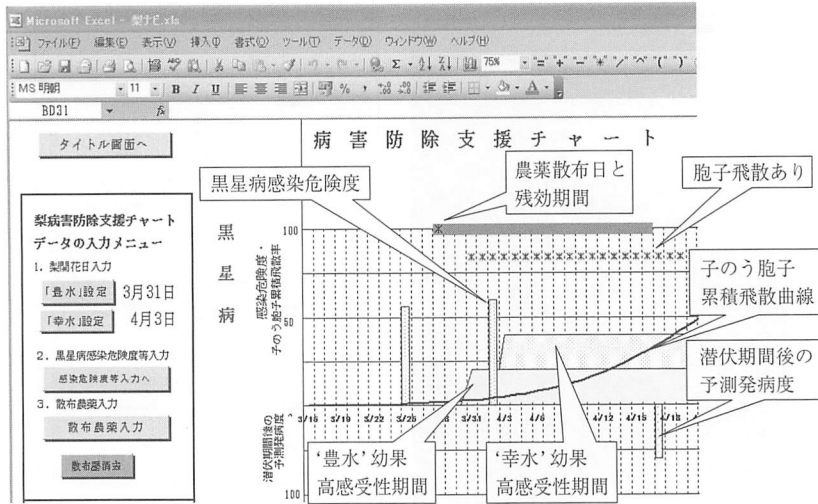


図-5 「梨病害防除ナビゲーション」における病害防除支援チャート
黒星病感染危険度・予測発病度、薬剤の散布日・残効期間などを表示した画面例。

および黒星病の感染危険度（予測発病度）を手動入力（コピー＆ペースト）する仕組みとなっている。これをさらに使いやすくするため、それまでに開発した病害予測システムの仕組みをふまえ、ネットワーク経由で気象データを取り込んで DUTHIE モデルにより黒星病の感染危険度を計算するソフトウェア（感染危険度計算ファイル）を試作している（図-4）。これを用いると、気象データから感染危険度をリアルタイムに計算してデータ更新でき、梨ナビ本体と連動させることで、ネットワークに接続されたパソコンであれば簡便に利用できる病害防除支援情報システムとなる。

IV システムの現地実証試験

千葉農林総研のナシ試験園のほか、2005年より千葉県市川市のナシ生産者の園地内に、フィールドサーバ並びに小型温湿度データロガー（T&D社製）を設置し、現場の気象データによるナシ病害発生予測の実証試験を行っている。2007年からは、梨ナビを利用したナシ病害防除の現地実証試験として、試験協力生産者が所有するパソコンに梨ナビをインストールし、黒星病発病度予測結果の提示、薬剤散布の記録、黒星病防除の要否判断を行った。

なお、これまでの試験を通して、黒星病防除の重要な時期である4～6月では、園地内の湿度から濡れ継続時

間を推定できることがわかっている。そのため、普及に向けた病害防除支援情報システムとしては、比較的安価な小型温湿度データロガーを利用して、梨ナビと組み合わせることが良策と考えられる。

おわりに

2008年度には引き続き、市川市のナシ生産現場において梨ナビ、並びに全体的な病害防除支援情報システムの現地実証試験を行っている。今後は、千葉県全域における本システムの普及に向けて、梨ナビの生産者向けの配布や使用マニュアルの整備を行っていく予定である。

さらに、他の地域や、他作物の病害にも本システムを応用できる可能性があり、本研究の成果が生産現場で使いやすい病害防除支援情報システムの開発および普及につながることを期待する。

引用文献

- 1) DUTHIE, J. A. (1997): *Phytopathology* 87: 1088 ~ 1095.
- 2) 深津時広・平藤雅之 (2003): *農業情報研究* 12: 1 ~ 12.
- 3) MAC HARDY, W. E. and D. M. GARDOURY (1989): *Phytopathology* 79: 304 ~ 310.
- 4) 大谷 徹ら (2002 a): *関東東山病虫研報* 49: 47 ~ 49.
- 5) ————ら (2002 b): *日植病報* 68: 200.
- 6) 菅原幸治ら (2002): *農業情報学* 4: 22 ~ 26.
- 7) ———— (2008): *果実日本* 63: 37 ~ 41.
- 8) 田中 慶 (2006): *農業情報研究* 15: 183 ~ 194.
- 9) 梅本清作ら (1991): *日植病報* 57: 212 ~ 218.
- 10) ————ら (2003): 同上 69: 124 ~ 131.
- 11) 牛尾進吾ら (2007): 同上 73: 192.