

ぶどうべと病のための気象データを用いた農薬散布スケジューリングの検討 A Study of Pesticide Application Scheduling Using Weather Data for Grapevine Downy Mildew.

村山 尚優[†] 荷田 瑞穂[†] 林 和則[†] 大野 修一[†]
Naohiro Murayama Mizuho Nita Kazunori Hayashi Shuichi Ohno

1. はじめに

本研究ではブドウの重要病害の一つであるべと病の胞子囊発芽リスクと感染リスクを組み合わせたべと病リスク予測モデルを構築する。べと病は日本でも被害が多く、べと病の予測には葉濡れ(降雨、露などにより葉が濡れている時間)、気温、湿度などの情報が必要になる。しかし、雨の多い日本では感染に有利な日が絞り込みにくい。そこで、先行研究[1]ではべと病感染の前に発生し、予測の際に降雨データを必要としない(図 1)胞子囊発芽リスク予測モデルを構築している。胞子囊発芽リスク予測モデルは OpenWeatherMap から過去 5 日間 1 時間ごとの気象データを取得し、夜間の湿度と気温によって「リスクなし」「低リスク」「中リスク」「高リスク」の 4 段階で胞子囊発芽リスクを予測している。

本研究では感染リスク予測モデルを構築する。感染リスク予測には葉濡れ時間が必要となるが、本研究では降水確率から推測する降雨の有無によって感染リスクを判定する。感染リスク予測モデルを構築し、先行研究においてすでに構築されている胞子囊発芽リスク予測モデルと組み合わせることで日本の気候でフルシーズン利用可能な有効なべと病リスク予測モデルの構築を目指す。また、OpenWeatherMap から取得できる過去の気象データを用いて OpenWeatherMap の精度と降雨ありと判断する降水確率の閾値を決めることでブドウの重要病害であるべと病のリスクを予測するモデルの精度を向上させる。

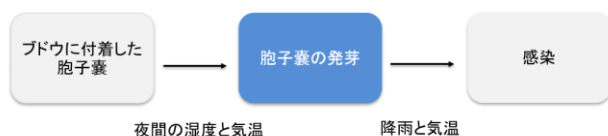


図 1 胞子囊発芽と感染の関係

2. 感染リスク予測モデルの構築

胞子囊発芽リスクが高い状態でべと病感染リスクがあるとき、べと病対策が必要である。そこで、胞子囊発芽リスク予測モデルに感染リスク予測モデルを組み合わせることでべと病対策の 1 つである農薬散布のスケジューリングのための表を作成する。べと病感染に必要な条件として葉濡れがある。葉濡れとは雨や露によってブドウの葉が濡れている状態のことで、葉濡れ時間の長さによってべと病感染リスクが予測できる。本研究では降雨の有無で感染リスクがあるかどうか判断する。また、48 時間以内と 7 日間の感染リスク予測を行うことでどのような対策が必要か、今後 1 週間ですべて感染リスクがあるのかを伝える。

2.1 48 時間以内の感染リスク予測モデル

OpenWeatherMap から 48 時間以内 1 時間ごとの気象予報データを取得し、0~24 時間と 25~48 時間の感染リスクを

算出する。24 時間ごとの最高降水確率が 80%以上のとき降雨があると判断し、べと病感染リスクありとする。

例として表 1 を示す。感染リスク表(表 1 上)は左から予報対象時間、対象時間内の平均気温、最高気温、最低気温、降雨時間(降雨と判断された回数)、最高降水確率、べと病感染リスクである。感染リスクがある場合は赤で「注意」、感染リスクがない場合は緑で「リスクなし」と表示する。

また、べと病感染リスク表に加えて予報データを用いた 24 時間ごとの胞子囊発芽リスク予報も表示する。胞子囊発芽リスク予報(表 1 下)の内容は左から予報対象時間、対象時間内の夜間の平均・最高・最低気温、夜間の平均・最高・最低湿度、胞子囊発芽リスクである。胞子囊発芽リスクは緑で「リスクなし」、青で「低リスク」、オレンジで「中リスク」、赤で「高リスク」の 4 段階表示である。

感染リスク						
時間	平均気温(°C)	最高気温(°C)	最低気温(°C)	降雨時間	降水確率(%)	感染リスク
~24h	20.5	25.0	18.2	17	100	注意
25h~48h	22.6	26.1	19.4	0	15	リスクなし

胞子囊発芽リスク							
時間	夜間平均気温(°C)	夜間最高気温(°C)	夜間最低気温(°C)	夜間平均湿度(%)	夜間最高湿度(%)	夜間最低湿度(%)	発芽リスク
~24h	19.1	19.8	18.5	93.7	98	90	高リスク
25h~48h	20.8	22.2	19.5	80.9	84	78	リスクなし

表 1 48 時間以内のべと病感染リスク予報(上)と胞子囊発芽リスク予報(下)

2.2 7 日間の感染リスク予報モデル

OpenWeatherMap から 1 日ごとの 7 日間まとめ気象予報データを取得し、べと病感染リスク表(表 2)を表示する。1 日の降水確率が 80%以上のとき、べと病感染リスクありと判断する。1 日の降水確率が 80%より小さいときべと病感染リスクなしとする。例として表 2 を示す。表 2 の内容は左から日付、1 日の天気、平均気温、降水確率、降水量、べと病感染リスクである。感染リスクがある場合は赤で「注意」、感染リスクがない場合は緑で「リスクなし」と表示する。

7 日間の感染リスク予報

日付	天気	平均気温(°C)	降水確率(%)	降水量(mm)	感染リスク
2023-06-06	小雨	23.0	91	3.18	注意
2023-06-07	小雨	25.5	53	0.40	リスクなし
2023-06-08	大雨	25.9	100	30.14	注意
2023-06-09	大雨	21.4	100	43.64	注意
2023-06-10	小雨	26.2	66	1.66	リスクなし
2023-06-11	小雨	24.4	96	6.76	注意
2023-06-12	小雨	23.4	100	5.96	注意
2023-06-13	雨	27.1	88	5.59	注意

表 2 7 日間のべと病感染リスク予報

3. べと病リスク表示グラフの作成

2.2 で作成した 7 日間のべと病感染リスク予報と構築済みの過去 5 日間の胞子囊発芽リスク予測モデルの結果を用いてべと病リスクがどのくらいあるのか、いつ対策をするべきかを伝えるためのグラフを表示する。

例として図2を示す。グラフの横軸は日付、縦軸は降水確率である。各点の形状はべと病感染リスクを表し、●はリスクなし、▲はリスクありとする。各点の上に表示する数字は1日の平均気温を示す。各数字の色は1日の天気を表す。また、タイトルの横に過去5日間の胞子囊発芽リスクを「大」「小」の2種類に振り分け、表示する。図2では、感染リスクはあるが、過去5日間の胞子囊発芽リスクが小であるため、農薬散布の必要はない。

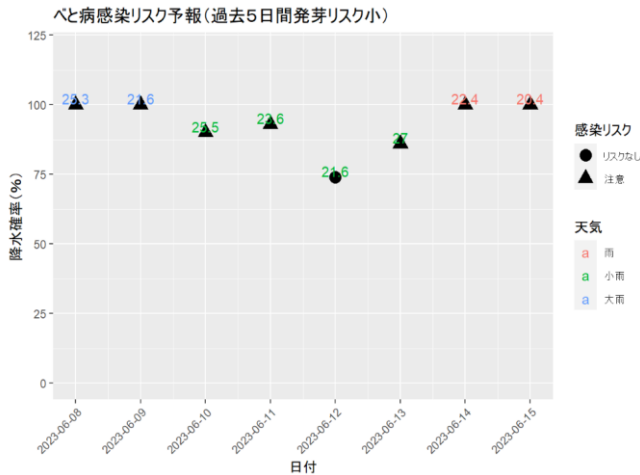


図2 ベと病リスク予報グラフ

4. 降水確率の閾値設定

2で構築したべと病感染リスク予報モデルは降雨ありと判断する降水確率の閾値を80%と簡易的に決めた。閾値を適切なものにするため、OpenWeatherMapの過去気象予報データを用いて降水確率と実際の降雨の関係について検証する。48時間以内の予報データ全体の降水確率の精度と経過時間による精度の違いを比較し、べと病感染リスク予報モデルの精度向上を目指す。

4.1 検証方法

OpenWeatherMapから予報データおよび実績データを取得し、予報データの降水確率と実績データの降雨の有無を比較する。予報、実績データはともに1時間ごとのデータで、2017年から2022年の約5年分を使用する。予報データの降水確率を5%または10%で区切り、区切られた降水確率の範囲において実際に降雨があった確率を算出し、比較する。同じく、予報が出されてから24時間を3時間ごとに区切り、予報降水確率の経過時間による精度の違いを見る。

4.2 結果

予報降水確率と実績降雨確率の関係を表すグラフを以下の図3、図4、図5に示す。各グラフは横軸が予報降水確率、縦軸が実績降雨確率である。

図3は取得した全データを用いたグラフである。グラフは直線に近いが、予報降水確率が50%のとき、実績降雨確率は35%程度で全体的に予報降水確率が実績降雨確率より高い傾向がある。

図4は予報が出されてから3時間以内のデータを用いたグラフである。図4は、全体的に予報降水確率が実績降雨確率より小さい傾向がある。

図5は、予報が出されてから3時間以内のデータを用いたグラフである。図5は、図4と逆で全体的に予報降水確率が実績降雨確率より大きい傾向がある。

図3～5の傾向から、予報が出される時間から近いと降雨ありと判断する閾値を低めに設定し、予報が出される時間から離れるほど降雨ありと判断する閾値を高めに設定すると良いことがわかる。

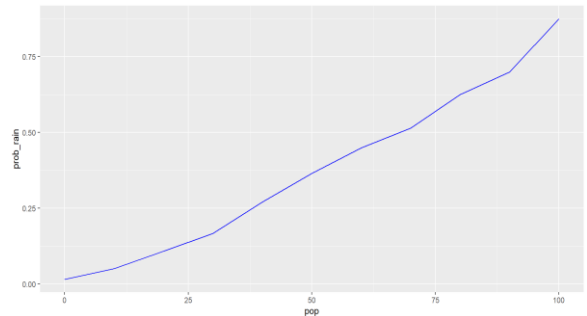


図3 降水確率比較グラフ（24h 以内の全データ）

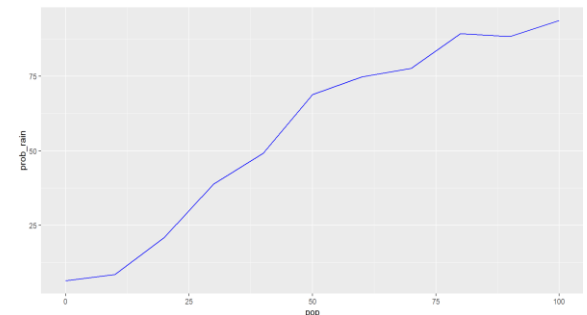


図4 降水確率比較グラフ（0～3h 後のデータ）

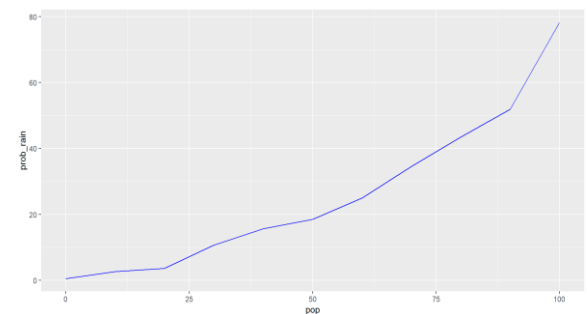


図5 降水確率比較グラフ（15～18h 後のデータ）

5. おわりに

本研究ではべと病感染リスク予測モデルを作成し、先行研究で構築しているべと病胞子囊発芽リスク予測モデルと組み合わせることで日本の気候でも感染に有利な日の絞り込みができるべと病リスク予測モデルを構築した。さらに、OpenWeatherMapの降雨に関する予報データの精度を検証し、降雨ありと判断する降水確率の閾値を考察した。今後、農家の方に実際に利用してもらいモデルの精度や表示方法の改善を行う。

参考文献

- [1] 村山尚優, 荷田瑞穂, 林和則, 大野修一, “フリーソースを用いたブドウの病気リスク予測システムの構築”, システム制御情報学会研究発表講演会講演論文集, pp.749-750 (2022)