千葉県の秋冬ネギにおけるネギベと病防除支援情報システム「ねぎべと病なび」の開発

千葉県農林総合研究センター　横山　とも子（よこやま　ともこ）

はじめに

千葉県のネギの出荷量は全国第1位であり（農林水産省大臣官房統計部 編, 2015），本県の重要な品目である。主な作型は12～3月にかけて収穫する秋冬どりであるが，2009年12月～2010年1月上旬に千葉県北東部の産地一帯でべと病が多発生し，品質・収量が低下して大きな問題となった。このため，生産者から早急な防除技術の確立と普及が求められた。

ネギベと病の防除は感染が広がってからでは難しい。このため，北海道では夏秋ネギの栽培において，圃場で初発が認められる前または確認直後から薬剤を計画的に散布して本病の発生を抑制し，減収を防いでいる（安岡, 2004）が，不要と思われる薬剤散布も行われており効率的ではない。一方，本病の発生量は年次間差が非常に大きく（千葉県農林総合研究センター病害虫防除課発生調査結果，1995～2011年），防除の必要ない年も多い。以上から，防除の要否および適切な薬剤散布開始時期を年ごとに判断することが必要と考えられる。

千葉県の秋冬ネギの圃場では，冷夏の年にべと病が発生している傾向が認められ（同調査結果），発生と夏の気温との関係が示唆されている。出水（1965）は，ネギベと病と同じ病原菌によって起こるタマネギベと病の感染に好適な気象条件は，気温が13～20℃前後のもとでかなりの降雨があり，しかも翌日が曇天か曇り時々小雨の天候で適度の風が伴う場合であることを報告している。

そこで，防除の要否および効果的な時期に薬剤を散布するための基準を作成することを目的として，1995～2011年までの17年間の気温，日照時間，降水量等の気象条件と12月のネギベと病発生との関係を解析し，発生予測に利用できる気温および感染に好適な気象条件を明らかにした。さらに，それらの情報が一目でわかるように，パソコンを利用したネギベと病防除支援情報システム「ねぎべと病なび」（横山ら，2014）を開発したので紹介する。

I　8月の気温とネギベと病発生との関係

秋冬ネギにおけるべと病の過去の発生状況を解析するためのデータとして，1995～2011年までの17年間の千葉県長生地域において12月に実施した発生予察のための調査結果（同上）を用いた。また，調査圃場に直近のアメダス地点である茂原（茂原市早野字川中島）で観測された気象データを用いて，8月の日別の平均気温，最高気温および最低気温のデータを抽出した。次に年ごとにそれぞれの平均値を算出し，それらを目的変数とし，べと病発生の有無を説明変数とし尤度比カイ二乗検定を行った。統計処理は，JMP ver.6.0（SAS Institute Japan株式会社，東京）を用いた。その結果，8月の日最低気温の平均値と12月の本病の発生との間に有意な相関が認められ（$p < 0.01$），冷夏の年に秋冬ネギで本病が発生しやすいことが確認された。また，8月の日最低気温の平均値をその年の秋冬ネギの本病の発生確率の推定に用いてもよいと判断され（$p < 0.05$, $y = 100/(1 + e^{(2.432x - 56.274)})$，図-1），発生確率が25，50，75％となる8月の日最低気温の平均値を逆推定すると，それぞれ，23.6，23.1，22.7℃と算出された。

II　感染に好適な気象要因の解析

タマネギベと病の感染に好適な気象条件（出水，1965）を利用して，8月1日～12月31日の日平均気温，降水量，および日照時間のデータから，日平均気温13～20℃かつ，①1時間以下の日照，②4 mm以上の降雨，③4 mm未満の降雨，の3条件を抽出した。次に年ごとに上記3条件が最初に出現した日から最後に出現した日までの期間（出現期間），出現した回数（出現回数）および8月1日から最初に出現した日までの期間（初出現日）とネギベと病の発生との関係を解析した。統計処理はI章と同様とした。その結果，①＋②（日平均気温が13～20℃で，1時間以下の日照かつ4 mm以上の降雨の条件を満たす日）の出現回数，初出現日および②出現期間とべと病の発生との間に有意な相関が認められた（$p < 0.01$）ことから，中でも①＋②条件の日が本病の感染に好適な気象条件であると推察された。加えて①＋②の

Development of "Negi Betobyou nabi", Control Suggestive System to Downy Mildew of Welsh Onions Harvested during Autumn and Winter in Chiba Prefecture.　By Tomoko Yokoyama

（キーワード：ネギベと病，発生予測，防除支援情報システム）

出現回数ないし②出現期間で発生確率を推定できることが示された（パラメータ推定値：$p < 0.05$，表-1）。

春ネギの試験ではあるが，上記条件が出現した直後に治療的効果のある薬剤を散布した結果，無防除の対照区に比較して本病の発病が抑制された（表-2）。このことからも，上記の気象条件の日が本病の感染に好適な条件と考えられた。

III　発生状況と発生確率および感染に好適な気象条件との関係

その年のべと病発生のリスクを予測するため，1995～2014年の各年における8月の日最低気温平均値からべと病の発生確率を次式：$y = 100/(1 + e(2.432x - 56.274))$）を用いて推定し，べと病の発生確率と12月における発生の有無との関係を求めた。その結果，発生確

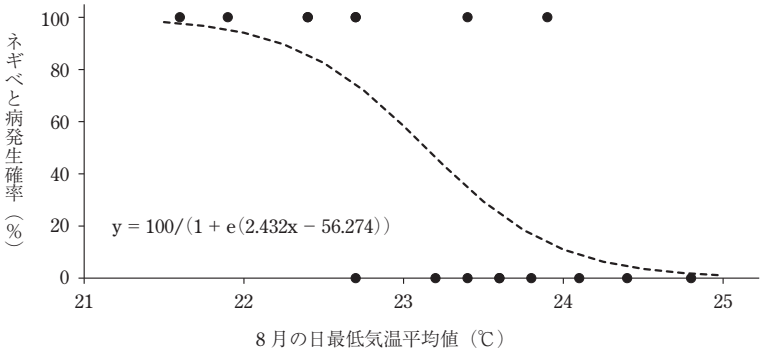

図-1　8月の日最低気温の平均値と12月のネギベと病の発生の有無との関係
図中の●は実測値（発生なしを0%，発生ありを100%）

表-1　ネギベと病の感染に好適な気象条件と本病発生の有無との関係

目的変数	効果の尤度比検定			パラメーター推定値					
				目的変数			切片		
	n	χ^2	p 値	推定値	χ^2	p 値	推定値	χ^2	p 値
①+② 出現回数	17	7.79	0.0052	−0.493	4.63	0.0315	4.375	4.41	0.0357
①+② 初出現日	17	7.03	0.008	0.116	3.15	0.0759	−5.769	2.83	0.0924
②出現期間	17	11.4	0.0007	−0.118	5.01	0.0252	7.503	4.94	0.0263

気象条件は，日平均気温13～20℃かつ，①1時間以下の日照，②4 mm以上の降雨，で分類した.

表-2　感染に好適な気象条件が出現した日を目安にした薬剤散布のネギベと病に対する防除効果

試験区	ネギベと病発病株率（%）		
	3月22日	4月23日	4月26日
薬剤防除区	0	12	17
対照区	0	72	90

2013年，山武郡横芝光町現地圃場で行った.
感染に好適な気象条件が出現した日：3月1日，4月2日，4月23日.
薬剤散布区には，4月4日にメタラキシル・TPN水和剤を散布した.
各試験区20株ずつ3箇所の発病株数を調査し，発病株率を算出した.
4月20日に初発を確認した。

表-3　秋冬ネギにおける8月の日最低気温の平均値から推定した発生確率と12月のべと病発生の有無との関係

べと病の発生[a]	発生確率[b] 別年数			
	25%未満	25～50%未満	50～75%未満	75%以上
有	1	1	2	4
無	9	2	1	0

[a] 1995～2014年の12月における長生地域でのネギベと病発生予察調査結果.
[b] 1995～2014年にアメダス地点の茂原で観測された8月の日最低気温の平均値を，表-1の結果を解析してから得られた推定式 $y = 100/(1 + e(2.432x - 56.274))$ に当てはめて算出した.

表-4　秋冬ネギベと病の発生の有無と8月の日最低気温平均値から推定したネギベと病発生確率および8～9月に感染に好適な日が出現した回数との関係

発生の状況	8月の最低気温から推定した発生確率（%）	感染に好適な日が出現した回数					
		0回	1回	2回	3回	4回	5回以上
有	0～50	0	1	1	0	0	0
	50～100	0	0	3	1	1	1
無	0～50	7	1	1	1	1	0
	50～100	0	1	0	0	0	0

発生の状況，発生確率は，表-2と同様である．
感染に好適な日は，日平均気温13～20℃で，1時間以下の日照かつ4 mm以上の降雨の条件とした．

率が50～75%未満であった3か年のうち，2か年で実際に発生が見られ，確率が75%以上であった4か年ではすべての年で発生が見られた（表-3）。このことから，発生確率50%以上の年，すなわち，8月の日最低気温の平均値が23.1℃以下の年は秋冬ネギの圃場で本病が発生するリスクが高いと考えられた。

また，薬剤の散布の要否および散布開始時期を判断するため，年ごとに8月1日～9月30日までに感染に好適な気象条件（日平均気温が13～20℃で，1時間以下の日照かつ4 mm以上の降雨の条件を満たす日）が出現した回数と実際の発生状況および発生確率との関係を解析した。その結果，発生確率50%未満でかつ8月1日～9月30日までに上記感染に好適な気象条件が出現しなかった年は7回あり，すべての年でべと病が発生しなかった（表-4）。このことから，このような気象条件の年は，本病の防除は必要ないと考えられた。一方，発生確率50%以上でかつ同条件が2回以上出現した年は6回あり，すべての年で本病が発生した。このことから，このような気象条件の年は，発生を防ぐために9月中に1回目の薬剤散布が必要であると推察される。しかし，散布開始時期を決めるにあたり，上記条件が1回出現した時点で9月末までに2回目が出現するかどうか予想できないため，発生確率が50%以上の年は，上記条件が最初に出現した直後に薬剤散布を行うことが妥当と思われた。

Ⅳ　ネギベと病防除支援情報システム「ねぎべと病なび」の開発

上記結果をもとに，ネギベと病の薬剤防除の要否やタイミングが容易に判断できるように，秋冬ネギの8月の日最低気温平均値から推定される本病の発生確率や薬剤防除の目安となる感染に好適な気象条件が出現した日（感染危険日）を視覚化して示すネギベと病防除支援情報システム「ねぎべと病なび」を開発した。

「ねぎべと病なび」はMicrosoft® Excel® 2007，2010，2013（以下，Excel）上で稼働する。調べたい地点，年次の日別の気温（平均，最高，最低，平均気温），降水量，日照時間のデータ137日分（秋冬ネギで使用する場合は8月1日～12月15日，途中でもよい）を入力すると，ネギベと病防除支援チャート（以下，チャート）が作成される（口絵①）。チャートには，発生確率と上記気象要素のグラフが表示される。さらに，ネギベと病の感染危険日の条件「日平均気温が13～20℃で，1時間以下の日照かつ4 mm以上の降雨」のうち，日平均気温が13～20℃で，1日の日照時間が1時間以下の条件の日には桃色の□印が表示される。また，日平均気温が13～20℃で1日の降水量が4 mm以上の日には赤色の○印が表示される。なお，1日の降水量が1 mm以上4 mm未満の日には○印の代わりに黄色の△印が参考に表示される。チャート上で□印と○印が揃った日が感染危険日となる。なお，気象庁のホームページ「過去データ・ダウンロード」画面から（http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/）調べたい地点，年次のアメダスデータ（日別の気温，降水量，日照時間）のCSVファイルをダウンロードし，そのデータを一括して入力するとチャート作成が容易になる。詳しい操作方法は，「ねぎべと病なび」取扱説明書に記載されている。

上記Ⅲ章の解析結果から，防除支援チャートを利用した防除の要否，薬剤散布時期についてまとめると，「発生確率が50%以上のシーズンは，最初に出現した感染危険日に1回目の散布を行い，残効が切れた後に感染危険日が出現したタイミングで，2回目の薬剤散布を行い，以降は，圃場における発生状況，薬剤の残効期間，チャート上の感染危険日の出現を注視しながら薬剤散布を継続する」となる（口絵①）。

なお，秋冬ネギ以外の時期，例えば2月からのデータ

を入力すると，2月1日からの気象状況の推移や感染危険日が表示でき，春ネギや玉ねぎ等において本病の薬剤散布のタイミングを判断する際にも活用できる。

お わ り に

本病が多発生した2009年以降，夏の猛暑が続いており，本県の秋冬ネギにおいて本病の発生はほとんど認められていない。そのため，システムを活用した防除実証試験は不十分な状況である。今後も現地と協力しながらシステムを活用した防除実証を続けていきたい。また，本研究から，8月の日最低気温平均値から秋冬ネギにおける本病の発生確率を推定できることがわかったが，今後は春ネギや玉ねぎ等における本病の発生と8月の気温との関係を解析し，さらにシステムの適用範囲を拡大していきたい。

なお，ネギベと病防除支援情報システム「ねぎべと病なび」は千葉県農林水産部担い手支援課に申請すれば，だれでも入手することができる。また，操作方法，システムを活用した防除方法については同時に入手できる取扱説明書にとりまとめ記載されている。

引 用 文 献

1）出水忠夫（1965）: 農及園 **40** : 391 ～ 394.
2）農林水産省大臣官房統計部 編（2015）: 平成25年産野菜生産出荷統計，農林水産省大臣官房統計部，東京．84 pp.
3）安岡眞二（2004）: 北日本病虫研報 **55** : 72 ～ 74.
4）横山とも子ら（2014）: 関東病虫研報 **61** : 176.

新しく登録された農薬（28.8.1 ～ 8.31）

掲載は，**種類名**，登録番号：**商品名**（製造者又は輸入者）登録年月日，有効成分：含有量，**対象作物**：対象病害虫：使用時期等。ただし，除草剤・植物成長調整剤については，**適用作物**，適用雑草等を記載。

「除草剤」

●テフリルトリオン・フェントラザミド・メタゾスルフロン水和剤

23814：**シグナスフロアブル**（日産化学）16/8/3
テフリルトリオン：4.0%
フェントラザミド：6.0%
メタゾスルフロン：1.2%
移植水稲：水田一年生雑草，マツバイ，ホタルイ，ヘラオモダカ，ウリカワ，ミズガヤツリ，クログワイ，オモダカ，ヒルムシロ，セリ，コウキヤガラ

●テフリルトリオン・フェントラザミド・メタゾスルフロン粒剤

23815：**シグナスジャンボ**（日産化学）16/8/3
テフリルトリオン：6.7%
フェントラザミド：10.0%
メタゾスルフロン：2.0%
移植水稲：水田一年生雑草，マツバイ，ホタルイ，ヘラオモダカ，ウリカワ，ミズガヤツリ，オモダカ，ヒルムシロ，セリ，コウキヤガラ

●フェントラザミド・ベンゾピシクロン・メタゾスルフロン水和剤

23816：**天空フロアブル**（日産化学）16/8/3
フェントラザミド：6.0%
ベンゾビシクロン：6.0%
メタゾスルフロン：1.2%
移植水稲：水田一年生雑草，マツバイ，ホタルイ，ヘラオモダカ，ウリカワ，ミズガヤツリ，クログワイ，ヒルムシロ，セリ，コウキヤガラ

●フェントラザミド・ベンゾピシクロン・メタゾスルフロン粒剤

23817：**天空ジャンボ**（日産化学）16/8/3
フェントラザミド：10.0%
ベンゾビシクロン：10.0%
メタゾスルフロン：2.0%
移植水稲：水田一年生雑草，マツバイ，ホタルイ，ヘラオモダカ，ウリカワ，ミズガヤツリ，オモダカ，ヒルムシロ，セリ，コウキヤガラ

●ピラクロニル・ピリミスルファン・フェノキサスルホン粒剤

23818：**ヤブサメ1キロ粒剤**（クミアイ化学）16/8/3
ピラクロニル：1.5%
ピリミスルファン 0.50%
フェノキサスルホン：1.5%
移植水稲：水田一年生雑草，マツバイ，ホタルイ，ヘラオモダカ，ウリカワ，ミズガヤツリ，オモダカ，ヒルムシロ，セリ，クログワイ

●ピラクロニル・ピリミスルファン・フェノキサスルホン粒剤

23818：**ヤブサメジャンボ**（クミアイ化学）16/8/3
ピラクロニル：6.0%
ピリミスルファン 2.0%
フェノキサスルホン：6.0%
移植水稲：水田一年生雑草，マツバイ，ホタルイ，ヘラオモダカ，ウリカワ，ミズガヤツリ，オモダカ，ヒルムシロ，セリ，クログワイ，コウキヤガラ

●ジメタメトリン・ブタクロール粒剤

23820：**クラール1キロ粒剤**（日産化学）16/8/24
ジメタメトリン：0.30%
ブタクロール：7.5%
移植水稲：水田一年生雑草，マツバイ，ホタルイ，ヘラオモダカ，ミズガヤツリ，アオミドロ・藻類による表層はく離