

平成 28 年度日本植物病理学会九州部会 第 40 回シンポジウム要旨集

- 1) 佐賀県におけるタマネギべと病の発生状況と
今後の防除対策について

P1-7

佐賀県農業技術防除センター
善 正二郎 氏
(座長：菖蒲信一郎 (佐賀県農業試験研究センター))

- 2) ベと病の発生と分離・培養のコツ

P8-12

農研機構・野菜花き研究部門
佐藤 衛 氏
(座長：宮坂 篤 (九州沖縄農業研究センター))

- 3) 千葉県秋冬ネギにおけるネギべと病防除支援情報システム
「ねぎべと病なび」の開発とその利用

P13-18

千葉県農林総合研究センター
横山とも子 氏
(座長：山口純一郎 (佐賀県農業試験研究センター))

資料の取り扱いについて

本資料掲載の知見等については、複製、転載および引用にあたって、必ず原著者の了承を得たうえで利用してください。

佐賀県におけるタマネギべと病の発生状況と今後の防除対策について

佐賀県農業技術防除センター 病害虫防除部

善 正二郎

Zen-shiyoujirou@pref.saga.lg.jp

The outbreak of onion downy mildew (*Peronospora destructor* (Berkeley) Caspary) in Saga Prefecture and for control.

Shojiro Zen

Saga Prefectural Agriculture Support Center,

1088 Nanri, Kawasoe, Saga, 840-2205, Japan

Abstract

In Saga prefecture, the damage of onion caused by downy mildew increased rapidly in recent years, especially in 2016 was severe. The cause of this disease outbreak suggested the increase of fungi density in field, occurrence of fungicide less-sensitive strains, the delay of the fungicide spray timing and the aggravation of the soil condition and weather. We guide new control strategies to reduce the damage.

1. はじめに

タマネギべと病は、卵菌類の *Peronospora destructor* により引き起こされる病害であり、タマネギにおいて被害の大きな病害の1つである。本病は 1985 年前後に兵庫県で多発生し問題となったが(田中ら, 1989), それ以降、発生はするものの問題となることはなかった。このような中、2016 年に本病が西日本各地で多発生し、広く被害をもたらした。特に、佐賀県では、中晩生品種を中心に甚大な被害を受け、記録的な不作となった。この多発生の要因については、防除試験や現地圃場での調査からいくつかが考えられた。そこで、このような事態を繰り返さないために、これまでの防除体系を見直すとともに本病の発生しにくい圃場環境作り等の被害の軽減対策について地域(市町、農業団体)と県関係機関が一体となって取り組むこととしているので、その内容を紹介する。

2. 佐賀県でのタマネギの栽培状況

本県において、タマネギは露地野菜の最も主要な品目であり、その作付面積は、北海道に次いで全国第2位の約 2,700ha である。

主要な作型の作業体系を図1に示した。播種は、極早生の9月10日頃から始まり、晩生の9月25日頃まで行われ、移植は11月上旬から11月下旬の間に行われる。収穫については、極早生の3月中旬から晩生の6月上旬まで行われる。

病害虫は、主にべと病、ボトリチス属菌による葉枯症、ネギアザミマが発生し、これらは春季に重点的に防除されている。

図1 佐賀県における各作型のタマネギの主な作業

作型	主要品種	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
極早生	貴錦等	---					●	---	○				
早生	七宝早生7号、A-36等	---					●	---	○				
中生	ターザン等		---				●	---	○				
晩生	もみじ3号等			---			●	---	○				

● : 播種 ○ : 移植 -- : 育苗 — : 本ば : 収穫

3. タマネギべと病について

タマネギべと病の生活環について図2に示す。伝染源は、前作の罹病残さ内に作られた卵胞子が土壤中に残り、それが苗床または本ばで感染する。その後、2月～3月に葉が色あせ、湾曲する越冬罹病株が発生する。3月頃から越冬罹病株の葉身の表面に胞子を形成し、周りの株に飛散、感染する。これを繰り返す、春先に蔓延する。



4. 近年のべと病の発生状況と防除対策の実施状況

1976年から2016年までの佐賀県でのタマネギべと病の発生面積と被害面積の推移を図3に示した。その発生は、1978年に一時的に多発したが、その後は少発生で推移した。1985年以降は、発病はみられるものの被害の発生は非常に少なかった。これは、本病に効果の高いメタラキシルが広く普及したことが影響していると考えられる。2008年以降は、発生面積が多発傾向で推移しており、それに伴い被害面積は徐々に増加傾向にある。

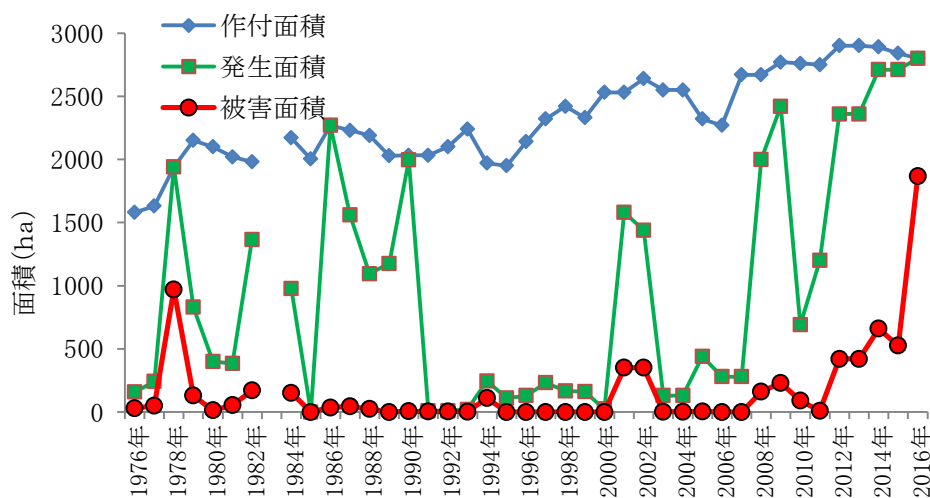


図3 佐賀県におけるタマネギべと病の発生面積と被害面積の推移(1976-2016)

※ 発生面積、被害面積は、早生・中生品種を対象とした定点圃場での調査結果から算出

4. 2016 年産タマネギでのべと病の発生状況

2016 年産タマネギにおいて、佐賀県農業技術防除センターで 10 月下旬から 5 月上旬まで県内 4 地区 16 圃場でべと病の発生調査を行った。その結果は図 4 のとおりである。越冬罹病株の発生は、2016 年 1 月 5 日に初めて認め、その後、徐々に増加し、3 月下旬に発生株率が 1.4% (平年 0.3%) の多発生となった。一部では、越冬罹病株の発生株率が 10% 以上と激しく発生した圃場もあった。4 月以降には、越冬罹病株が多かったこともあり、二次感染株が急増し、発生株率は 4 月下旬時点で 50.3% であり平年と比べて多発生となった。

巡回調査圃場以外の現地圃場においては、1 月 5 日に越冬罹病株の発生が認められたため、一斉防除や越冬罹病株の抜き取りの徹底が図られたが、その効果は十分でなく、春先に多発生となった。品種の早晚別の被害の状況をみると、早生品種ではべと病が発生した時点で鱗茎の肥大が進んでいたため被害は小さかった。一方、中生・晩生品種では本病の多発生により茎葉が早期に枯死した結果、タマネギ鱗茎の肥大が妨げられ、著しく減収した(図 5)。なお、本病が多発生し、全量を廃棄された圃場も一部でみられた。

JAグループ佐賀の 8 月末までの実績では、2016 年産タマネギの出荷量は 38,196 トンで、前年同期比 65% と大きく落ち込んだ。

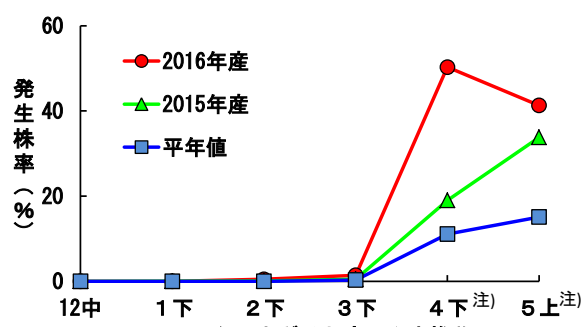


図 4 タマネギべと病の発生推移

注) 4 月下旬以降は、中・晩生品種を中心に調査



図 5 タマネギべと病の多発生圃場

5. タマネギべと病の多発生要因

2016 年産で特にべと病が多発生した要因については、現地圃場での調査や試験研究による試験の結果から以下が挙げられる。

1) 圃場内の菌密度の増加

近年、本県では本病の多発傾向が続いているが、多くの圃場では罹病残渣は圃場外に持ち出されず鋤込まれているのが現状である。第一次伝染源である卵胞子は土壌中で 10 年以上生き残るとされており(松尾ら, 1983), 苗床及び本圃土壌における菌密度が高まっていることが要因の 1 つに挙げられる。

2) 発生に好適な気象条件

病虫害発生予察調査実施基準(農林水産省植物防疫課, 2005)では、春期におけるタマネギべと病のまん延程度は 12 月の降雨日数と密接な関連があり、降雨日数が 15 日以上であるとまん延が多いとされている。2015 年 12 月の佐賀市の降雨日数は 18 日であり、第一次伝染が起これば、本病がまん延しやすい気象条件であったと言える。2016 年の春期は、4 月及び 5 月に断続的な降雨があり、発病、感染に好適な条件で経過したことが、本病が春期に蔓延した要因に挙げられる。

3) メタラキシルの効果低下

メタラキシルは、菌体内におけるウリジンの RNA への取り込み、あるいは RNA、DNA 及び脂質の合成阻害による病原菌の菌糸伸長及び孢子形成の阻害の作用機作を有し、卵菌類に高い効果を示し、野菜類や果樹類で広く使用されている。タマネギについても同様である。しかしながら、ブドウ(綿打ら, 2011)やジャガイモ(菅ら, 2000)等では、本剤に対する耐性菌の発生が認められている。

これまで、本県での本病に対する防除薬剤の主体はメタラキシルを含む製剤であった。この薬剤は、初発を確認してから薬剤散布を行っても十分な防除効果を得ることができた。しかし、近年、生産者から「以前に比べると効かなくなった」という声をたびたび聞くようになった。そこで、2016 年に現地圃場から採集されたタマネギベと病菌を用いて佐賀県農業試験研究センターでメタラキシルの防除効果が評価された。その結果、試験に用いた菌株はメタラキシルに対する感受性が低下していることが確認された(図6)(菖蒲, 未発表)。このため、防除しても十分な効果が得られず、その後の感染拡大を抑えることができなかったと考えられる。

4) 防除タイミングの遅れ

2016 年に、農業試験研究センターにおいてプロポーズ顆粒水和剤(ベンチアバリカルブイソプロピルと TPN の混合剤)をタマネギベと病菌の感染前と感染後に分けて薬剤が散布され、発病抑制効果が検討された。その結果、感染前から薬剤散布を開始した試験区では、防除効果は高かった(図 7)。

一方、感染後から薬剤散布を開始した試験区では、治療効果があるとされるベンチバリカルブイソプロピルを含む薬剤でも十分な防除効果が得られなかった。この結果から、本病の防除には病原菌の感染前の予防散布が重要であることが明らかとなった。

タマネギベと病菌は感染から発病までに 10～14 日を要し(逸見ら, 1958)、生産者は予防散布を行ったつもりでも感染後の散布になっている場合が考えられる。実際に散布後に発生が増加した事例も数多くみられ、農薬散布のタイミングが遅かったことも多発の一因に挙げられる。

5) 土壌条件の悪化

2016 年に、杵島農業改良普及センターと JA さが白石地区によって本病の発生が多かった圃場と少なかった圃場の土壌が調査され、以下のことが指摘されている。

- (1) 少発生圃場の作土層は、多発生圃場のそれより深い
- (2) 作土層の土壌粒径 20mm 以下の割合は、少発生圃場が多発生圃場より高い
- (3) 気相率は、少発生圃場が多発生圃場より高い

本病による被害が大きかった白石地区では、1 戸あたりの栽培面積が広く、また前作の水稻の収穫から定植までの時間が短いことから、長年土作りが十分にできていなかったと考えられるが、土壌環境の悪化とべと病の発生の関係については今後検証を行うことが必要と考えられる。

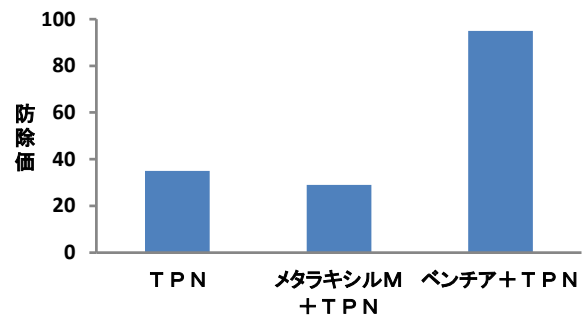


図6 TPN(ダコニール)、TPN+メタラキシルM(フォリオゴールド)、TPN+ベンチアバリカルブイソプロピル(プロポーズ)の防除効果(菖蒲、未発表)

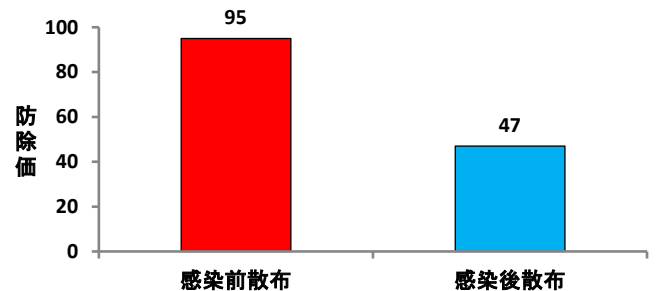
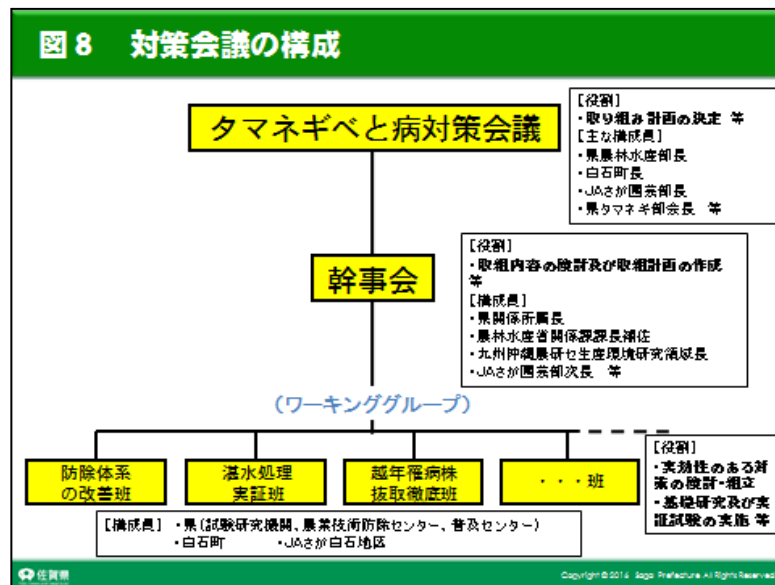


図7 異なる散布時期におけるプロポーズ顆粒水和剤のタマネギベと病に対する防除効果(菖蒲、未発表)
感染前の散布は3/1、3/8、3/15、感染後の散布は3/15、3/22、3/29に行った。3/2～3/29に圃場内に感染株を配置した。

4. べと病の被害軽減に向けた防除対策

1) タマネギべと病対策会議の設置

タマネギべと病の総合的な防除対策を早急に確立し、関係機関・団体が一体となって、被害の軽減対策を確実に実施するため、国、県、町、JAによる「タマネギべと病対策会議」を立ち上げた。体制図は、図8のとおりである。



2) 次年度産で取り組む対策 (図8参照)

現地圃場では、従来の防除対策として取り組まれてきた越年罹病株の抜き取り、定期的な薬剤散布をより強化し、引き続き行われる。なお、薬剤防除は、べと病対策会議のワーキンググループで作成した防除体系を基本に行われる。その核となるのが、伝染が本格化する春先からのマンゼブを軸とした切れ目ない薬剤防除である。その他には、本圃での秋季のべと病菌の感染を防止するために、定植後の薬剤防除を新たに追加した。これら取り組む対策については、現地圃場で実践されるだけでなく、実証圃を設置し効果の検証も併せて行うこととしている。

さらに、タマネギべと病が発生しにくいとされる、有機物の投入による土壌物理性の改善、高畝、明渠、暗渠による排水対策と丁寧な耕耘による細かい土壌の形成と作土層の確保によるタマネギ生育の健全化がべと病の発生との関係を検証するために実証圃を設置することとしている。

3) 中長期的な取り組み (図9参照)

1 長期湛水処理技術(100日間)の早期実用化

圃場の菌密度を低下させ、越年罹病株の発生低下が期待できる長期湛水処理について現地圃場で効果を確認し、速やかに現地普及に移す。

2 効果的な薬剤防除技術の開発

現在、効果の高い薬剤が少なく、春期の防除体系を組み立てることが難しくなっているため、試験研究機関で効果の高い薬剤の選定が行われる。さらに、越年罹病株の発生を抑えるためには苗床及び本圃において一次感染をいかに防止するかが重要であり、薬剤の感染防止効果に対する評価やその散布時期についても検討される。

図8 次年産に現場で実施する対策

当面の対策

- 1 (継続) 越冬罹病株の抜き取りの徹底
 - 2 (継続) 定期的な薬剤散布の励行
 - 3 (新規) 薬剤防除体系の改善と普及
 - 4 (新規) 多発生圃場と少発生圃場との栽培管理の違いの分析結果に基づく指導の実施
- ※以上の取組を基本としながら
- 5 (新規) 連作回避のための表圃場との交換、ローテーションの推進
 - 6 (継続) 健全タマネギ生育のための土作り、排水対策などの耕種防除の推進
- などにも取り組む。

図9 試験研究等による技術開発

中長期的な取組

当面の対策と併せ、県研究機関、普及センター等による試験研究、現地実証等を通じて、タマネギべと病の発生を抑えるための技術等の開発普及に取り組む。

- 1 (新規) 圃場の菌密度低下が期待できる長期湛水処理技術（100日間）の早期実用化
 - ① 現地実証試験の実施
 - ② 基礎試験の実施
- 2 (新規) 効果的な薬剤防除技術の開発（効果が高い薬剤の選定、簡便な薬剤防除方法の開発等）
- 3 その他の関連対策
 - ・ 新たな耕種防除技術の開発
 - ・ べと病抵抗性を持つ品種の探索
 - ・ 土壌における生態証明（協力：佐賀大）

4)防除対策上の課題

本病の第一次伝染源は卵胞子であるが、その生態はほとんど解明されていない。発芽温度条件や感染部位等が明らかになれば、防除時期や防除箇所が重点化され、一次感染をより効率的に抑制できると考えられる。さらに、現在までのところ、各圃場のべと病の危険度評価や土壌消毒の効果を評価する方法が確立していない。そのため、土壌中の菌量の測定方法の確立も必要である。

発生予察の課題としては、的確な防除タイミングを把握するためべと病の感染時期及び発病時期の予測方法の確立が必要である。その他としては、残渣処理対策も課題であり、圃場からの持ち出しのシステム化や残渣の利活用についても確立が急務である。

5. 最後に

今回のタマネギべと病による記録的な被害を受け、今後の被害抑制を図るには以下の三点に取り組むことは重要と考えている。

1つ目は、耐性菌管理である。今回の事例のように農薬頼みの防除対策である場合、効果の高い薬剤に対し耐性菌の発生や感受性の低下により病害が一気に広範囲に多発生しやすくなる。指導者は耐性菌の発現させないために同一系統の薬剤を過度に使用しない防除体系を確立するとともに感受性のモニタリングが必要である。また、農薬使用者である生産者は、確立された防除体系を遵守すべきである。

2つ目は、べと病菌の基礎研究の推進である。タマネギべと病は古い病害であり、重要病害に位置付けられているが、卵胞子の生態等に未解明な点が多い。卵胞子は土壌伝染性の要素も有するため、分子生物学的手法等を用いるなどして土壌中の動態等の解明が必要である。

3つ目は、我々が本病による被害を軽視していなかったか。今回、菌密度が高まった状態で発生に好適な気象条件に遭遇したことで我々が想定していた以上の激しい被害が生じた。故に、多発生の兆しがみられるよりも前に、防除対策の確立に向けた取り組みを始めるべきである。今後、他作物を含め、同様の被害が生じないように関係機関による体制整備の改善が必要である。

引用文献

病害虫発生予察調査実施基準（2005）農林水産省植物防疫課

逸見武雄・高橋実・大石親男・糸井節美・田中実・川瀬保夫・一谷多喜郎(1958). 玉葱露菌病の病原性に関する研究. 大阪農改課. 調査研究報告 1:1-54

松尾綾男・塩飽邦子(1983). タマネギベと病菌卵胞子の生存期間. 関西病虫害研究会報 25:58(講要)

菅康弘・仲川 晃生(2000). 長崎県のジャガイモから分離した疫病菌のメタラキシル剤耐性 九州病虫害研究会報 46:27-30

田中敬・入江和己・藤富正昭(1989). タマネギベと病の発生推移と薬剤防除. 兵庫県立中央農業技術センター研究報告 37:59-62

綿打亨子・功刀幸博・村上芳照・内田一秀 (2011). 山梨県のブドウベと病菌における QoI 剤耐性菌の分布とメタラキシル剤耐性菌の出現 日植病報 77:162-163(講要)

べと病の発生と分離・培養のコツ

農研機構 野菜花き研究部門

佐藤 衛

mamo@affrc.go.jp

Isolation and cultivation methods of downy mildews and its disease development.

Mamoru Satou

Institute of Vegetable and Floricultural Science, NARO,

2-1 Fujimoto, Tsukuba, Ibaraki, 305-0852, Japan

Abstract

Downy mildew is one of the obligate parasite causes serious damages on many crops. In this report, I will introduce the downy mildew disease development on vegetables and ornamental plants. And I will explain the isolation and cultivation methods of downy mildew fungi.

1. はじめに

べと病 (downy mildew) は、全ての種類が人工培地上では生育できない純寄生菌によって引き起こされる病害の総称である。有名なところでは、キュウリ、メロンなどウリ科のべと病 (病原菌は *Pseudoperonospora cubensis*)、ブドウべと病 (病原菌は *Plasmopara viticola*)、花き類ではバラべと病 (病原菌は *Peronospora sparsa*) (図1)、ヒマワリべと病 (病原菌は *Plasmopara halstedii*) などがある。べと病菌に関しては、培養ができないことなどから、敬遠され?他の病原菌と比較して研究が少ないのが現状である。私自身、アブラナ科に寄生するべと病菌やハウレンソウべと病菌を扱ってきたが、ここ最近では花き類に寄生するべと病菌の分類同定を行ってきた。そこで、これまでに自身の扱ってきたべと病菌について簡単ではあるがとりまとめ報告する。



図1 バラべと病の病徴 (左) と病原菌 (右)

2. べと病とは

べと病菌は、無隔菌糸体、吸器、分生子柄、分生子、卵孢子からなり、このうち無隔菌糸体、吸器、

卵胞子は宿主の体内に埋没している。分生子柄は気孔から外表に現れ、その先端に分生子を生じてべと病の標徴となる。べと病菌は分生子柄の形態および分生子の発芽法に基づいて分類されるが、最近ではrDNA-ITS領域の相同性も加わり、新たな属が提案され、分類されている。

3. 関わったべと病

これまで私自身が取り扱ったことがあるべと病菌は、表1の通りである。アブラナ科に寄生するべと病菌が大半を占めており、今回の報告もこのアブラナ科に寄生するべと病菌における取り扱いが中心である。

表1. 取り扱ったべと病一覧

宿主		学名	感染するべと病菌の学名
科名	和名		
アブラナ科	キャベツ	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>	<i>Hyaloperonospora brassicae</i>
	カリフラワー	var. <i>botrytis</i>	
	ブロッコリー	var. <i>italica</i>	
	コールラビ	var. <i>gongylodes</i>	
	カイラン	var. <i>alboglabra</i>	
	ハクサイ	<i>Brassica rapa</i> var. <i>pekinensis</i>	
	カブ	var. <i>rapa</i>	
	コマツナ	var. <i>perviridis</i>	
	タアサイ	var. <i>rosularis</i>	
	レッドアジアンマスタード	<i>Brassica juncea</i>	
	ルッコラ	<i>Eruca vesicaria</i>	
	ダイコン	<i>Raphanus sativus</i> var. <i>longipinnatus</i>	
	アリッサム	<i>Lobularia maritima</i>	<i>Hyaloperonospora lobulariae</i>
バラ科	バラ	<i>Rosa</i> spp.	<i>Peronospora sparsa</i>
	ワレモコウ	<i>Sanguisorba officinalis</i>	
ヒガンバナ科	ネギ	<i>Allium fistulosum</i>	<i>Peronospora destructor</i>
	ニラ	<i>tuberosum</i>	
ヒユ科	ホウレンソウ	<i>Spinacia oleracea</i>	<i>Peronospora farinosa</i> f. sp. <i>spinaciae</i>
マツムシソウ科	セイヨウマツムシソウ	<i>Scabiosa atropurpurea</i>	<i>Peronospora knautiae</i>
ナデシコ科	カーネーション	<i>Dianthus caryophyllus</i>	<i>Peronospora dianthicola</i>
シソ科	メボウキ (バジル)	<i>Ocimum basilicum</i>	<i>Peronospora belbahrii</i>
イソマツ科	スターチス	<i>Limonium</i> spp.	<i>Peronospora statices</i>
ウリ科	キュウリ	<i>Cucumis sativus</i>	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>
ツリフネソウ科	インパチエンス	<i>Impatiens walleriana</i>	<i>Plasmopara obducens</i>

4. 維持・増殖・保存方法

べと病菌は、条件さえ整えば簡単に分離・培養が可能である。べと病菌により最適な温度は異なるが、15～20℃の陽光定温器で植物体の維持に必要な光さえ当ててやれば、簡単に大量の分生子を形成させることが可能である。また、プラントボックス等の開閉をクリーンベンチ内で行うことで、複数の菌系の維持も可能となる。

べと病菌の維持・増殖には、次の機器等が必要である。

◎必須のもの

- ・陽光定温器（1台）・・・接種植物を入れる
- ・寒天粉末・・・植物を挿す培地を使用
- ・接種源の植物・・・種子が理想、種子でない場合は産地の違うところで購入、薬で抑えた植物ではうまくいかないことが多い

○あればよいもの

- ・顕微鏡・・・菌確認のため
- ・さらに陽光定温器（1台）・・・健全植物育成用（温室でも可）
- ・電子レンジ・・・寒天粉末を溶かす
- ・クリーンベンチ・・・複数系統扱う場合便利（部屋を変える対応で可）
- ・小さなケース（何個か）・・・シャーレでも可
- ・ピペットマン・・・接種に便利
- ・先曲がりで先が尖っていないピンセット・・・植物をつまむのに便利

維持・増殖の手順の概略は次に示す図2の通りである。

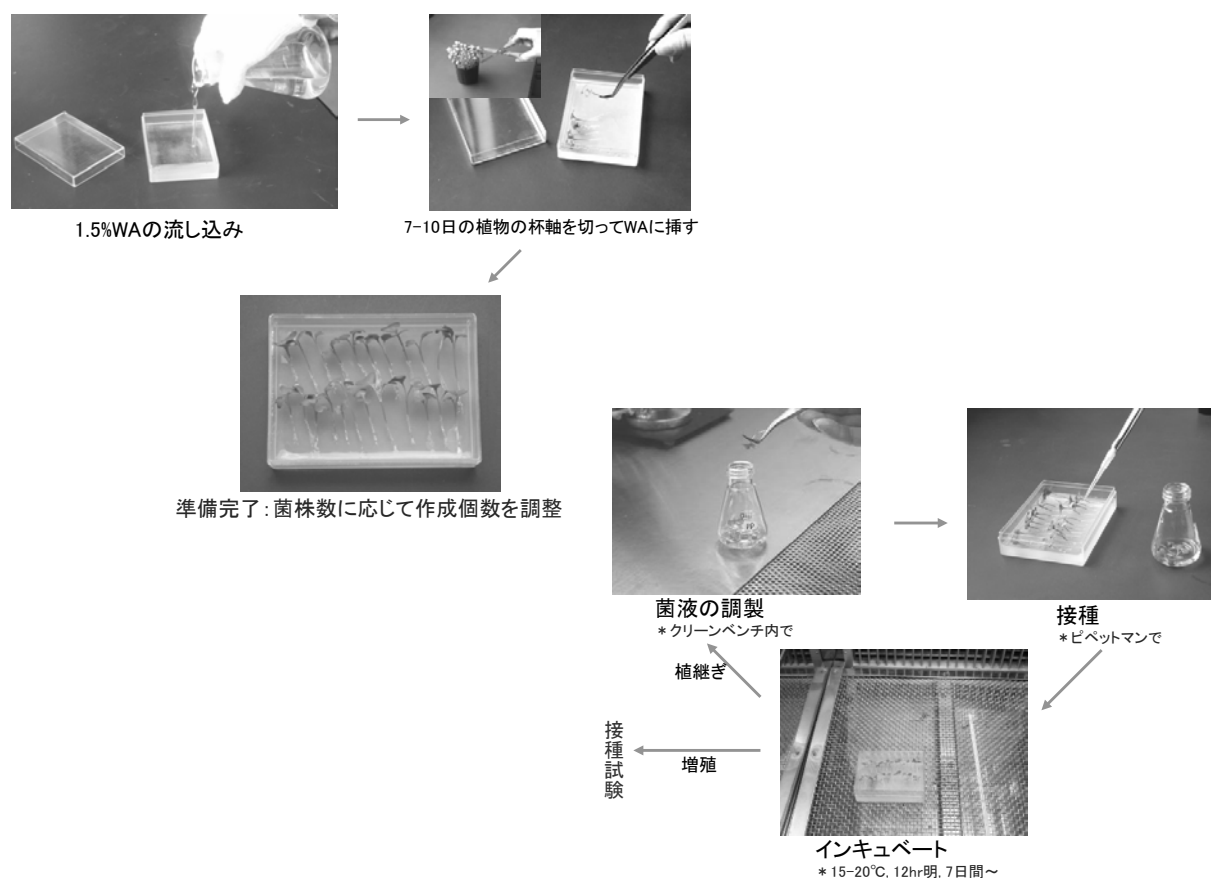


図2 ベと病菌の維持・増殖の準備（左上）と接種～維持（右下）

この維持・増殖方法では、1～2週間（長くても1ヶ月）程で宿主植物が腐敗し始めるため、定期的な菌および宿主植物の移植が必要となる。したがって、べと病菌を扱い続けるには、年間カレンダーに予定作業をルーチンワークとして入れておき、維持・増殖のタイミングを把握しておかなければならない。お盆、年末年始、長期出張が来た時には、インキュベートの温度を低くして維持・増殖の間隔を空けることで対応できる。

これが大変だと感じる場合は、長期保存方法が必要となる。アブラナ科べと病菌の保存については、Satou and Fukumoto（1993）が報告した5%（10%）ジメチルスルホキシド+10%スキムミルクの分散媒

に分生子を懸濁することにより 12 ヶ月以上凍結保存できる方法を行う。

このべと病菌の保存には、次の機器等が必要である。

◎必須のもの

- ・-80℃フリーザー（1台）・・・保存する
- ・1.5-2.0ml 程度のチューブ・・・小分けして保存する
- ・ジメチルスルホキシド、スキムミルク・・・保存用試薬

○あればよいもの

- ・顕微鏡・・・菌確認のため
- ・-20℃冷凍庫・・・家庭用で可
- ・オートクレーブ・・・保存溶液を滅菌する（1回で使い切るなら滅菌不要）
- ・ザルトリウス等の滅菌フィルター・・・同上
- ・チューブ立てまたはケース・・・保存容器（瓶で十分）
- ・ピペットマン・・・分注に使用

保存手順は次の通りである。

1. 約 3.5g スキムミルクを 20ml の蒸留水に溶かし（115℃15 分オートクレーブ）
2. うち 17ml に（濾過滅菌した）ジメチルスルホキシド 3ml を加える
3. 15%ジメチルスルホキシド+15%スキムミルクの完成
4. この液量 2 に対して分生子懸濁液 1 を混合
5. -20℃に入れる
6. 翌日-80℃に移し、ここで保存

また、ハウレンソウべと病菌では嶋崎・野口（1992）が感染葉を寒天粉末等に埋め込むことにより 15 ヶ月以上凍結保存できることを報告している。手順の概略は次に示す図 3 の通りである。さらには、嶋崎（1994）は、様々なべと病菌の保存について総説的な報告をしている。分離・培養・保存方法の概略については佐藤（2010）にも報告しているので参考にされたい。

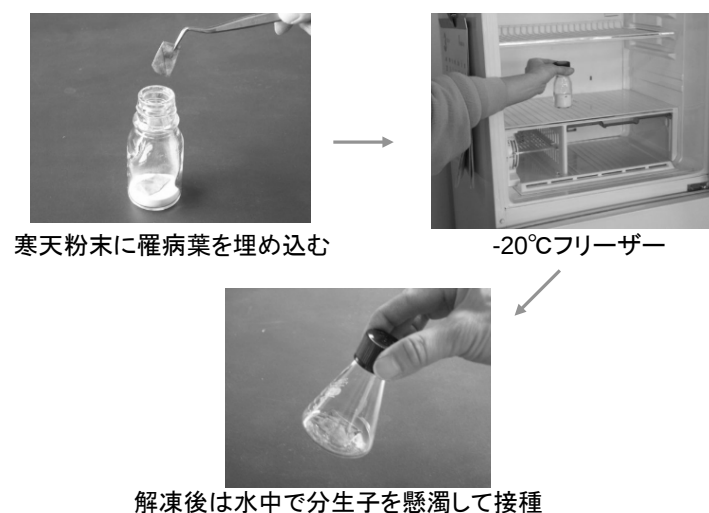


図 3 ホウレンソウべと病菌の保存方法の概略

5. おわりに

アブラナ科べと病, ホウレンソウべと病を中心に分離・培養, 保存の方法を挙げたが, この他のべと病に対しても大半は応用が利くと考えられる. とにかく, べと病の持ち込みや発見があった際には, その初日が重要である. 病徴撮影, 菌撮影, DNA 用に菌体採取 (菌が見えない場合は湿室→翌日以降観察), 発病株の維持 (延命), そして健全植物の確保とやるべきことは多い. しかし, これを乗り切れば他の病原菌と何ら変わりなく試験できるはずであるので, 一度お試し頂きたい.

参考文献

- 1) 佐藤 衛 (2010). 現場で使える植物病原菌類解説—分類・同定から取り扱いまで— (植物病原菌類談話会編). pp. 220-223. 植物病原菌類談話会, つくば.
- 2) Satou, M. and Fukumoto, F. (1993). Preservation of conidia of broccoli downy mildew fungus with cryogenic protectants by freezing at -80°C. Ann Phytopathol Soc Jpn 59: 492-499.
- 3) 嶋崎 豊 (1994). べと病菌の長期冷凍保存法. 植物防疫 48: 307-309.
- 4) 嶋崎 豊・野口 篤 (1992). ホウレンソウべと病菌分生胞子の凍結保存. 日植病報 58: 589. (講要)

千葉県秋冬ネギにおけるネギべと病防除支援情報システム

「ねぎべと病なび」の開発と利用

千葉県農林総合研究センター

横山 とも子

t.ykym5@pref.chiba.lg.jp

Development of “Negi Betobyonabi”, Control Suggestive system to Downy Mildew of Welsh Onions
Harvested during Autumn and Winter in Chiba Prefecture and its utilization for control

Tomoko Yokoyama

Chiba Prefectural Agriculture and Forestry Research Center,
808 Daizenno, Midori, Chiba 266-0006, Japan

Abstract

We analyzed relationship of weather conditions (temperature, rainfall and daylight hours) and occurrence of downy mildew of welsh onion harvested during autumn and winter in Chiba Prefecture. Based on these results, we development of “Negi Betobyonabi”, control suggestive system to this disease, and supplied methods for utilization of this system.

1. 千葉県のネギ生産について

千葉県における平成 26 年度のネギの出荷量は 58,900 t で全国第 1 位である（農林水産省野菜生産出荷統計, 2015）。また、平成 26 年度の産出額は 170 億円で本県の主要野菜の中で最も多い。このように、ネギは本県において非常に重要な野菜品目となっている。主な作型は 12～3 月にかけて収穫する秋冬どりで、全出荷量の 55% を占める。秋冬どりの主産地は、県の北東部であるが、2009 年 12 月～2010 年 1 月上旬に産地一帯でべと病が多発生し、収量・品質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。

2. ネギべと病について

ネギべと病は、*Peronospora destructor* の感染により引き起こされる。本菌は、タマネギ、分けネギ等ネギ類に感染するが、それ以外の植物には感染しない。本菌に感染し、発病すると、初め薄緑色の輪郭が明瞭ではない比較的大きな長卵形～楕円形の病斑が葉身上に形成される（図 1）。激発すると葉は煮え湯をかけられたようになって枯れてしまう。病斑上には灰白色の菌糸が生え、肉眼でも観察できる（図 2）。病斑が古くなると菌糸はしだいに暗緑色～暗紫色に変わる。病斑上には、菌糸の他に形態的に非常に特徴的な分生子柄とその先端に分生子が形成される（図 3）。罹病残渣あるいは土壌中に存在する卵胞子が発芽し、ネギに感染する。その後ネギ体内で増殖し、一定の気象条件がそろえば発病し病斑上に分生子を形成する。病斑上の分生子は、空気中を飛散し次の伝染源となる。ネギ葉に付着した分生子は適温（13～20℃）で水滴や露があると発芽し、気孔からネギの葉に侵入、感染し、病気が拡大する。しかし、ねぎべと病は、卵胞子が発芽、感染してから葉の表面に菌糸及び分生子を形成するまでほとんど病徴が現れないため、圃場で病気

の感染に気がつかない。また、秋に感染し、発病まで至らなかった全身感染株が、春に感染に好適な日が出現した後に発病することがある。



図1 ネギべと病の病斑

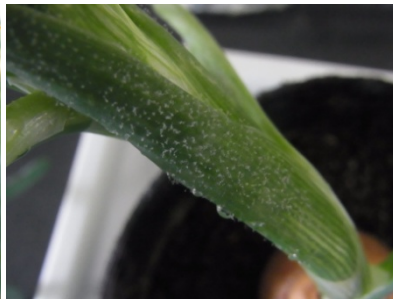


図2 葉身に形成された菌糸



図3 分生子柄及び分生子

3. ネギべと病の防除における課題と解決に向けた取り組み

ネギべ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）。一方、千葉県秋冬ネギにおける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ことから，計画的な薬剤散布は行われていない。以上から，千葉県の秋冬ネギにおける本病の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，ネギべと病と同じ病原菌によって起こるタマネギべ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と報告している。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月のネギべ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べと病防除支援情報システム「ねぎべと病ナビ」を開発したので紹介する。

4. 8月の気温とネギべと病発生との関係

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，最高気温及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，本病発生との関係を尤度比カイ二乗検定により解析した（JMP ver.6.0(SAS Institute Japan 株式会社，東京)）。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における本病の発生確率の推定に用いてもよいと判断された（ $p<0.05$ ， $y=100/(1+e(2.432x-56.274))$ ，図4）。

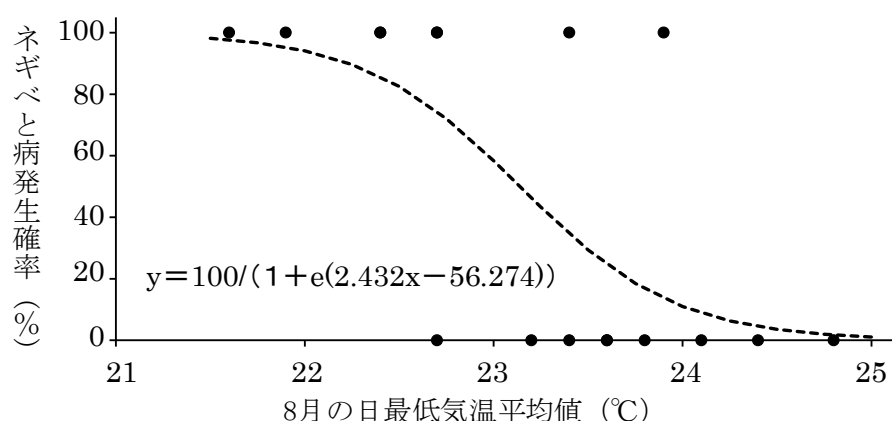


図4 8月の日最低気温の平均値と12月のネギベと病の発生の有無との関係

図中の●は実測値（発生なしを0%、発生有りを100%）

5. 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）を参考にして，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，②4mm以上の降雨，③4mm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．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4mm以上の降雨の条件を満たす日）の出現回数，①+②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．

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效果のある薬剤を散布した結果，無防除とした対照区に比較して本病の発病が抑制された（表1）．このことから，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．

表1 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か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．

6. 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みられ、確率が75%以上であった4か年ではすべての年で発生がみられた（表2）。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4mm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回ありいずれの年もべと病が発生しなかった（表3）。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、いずれの年も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当たり、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。

表2 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べ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、図4の推定式 $y=100/(1+e(2.432x-56.274))$ に当てはめて算出した。

表3 秋冬ネギべ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べ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未満	0	1	1	0	0	0
	50～100	0	0	3	1	1	1
無	0～50未満	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4mm以上の降雨の条件とした。

7. 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（横山ら，2014）。

「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 1～12 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（図 5）。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 4mm 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 4mm 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 1mm 以上 4mm 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。詳しい操作方法是，「ねぎべと病なび」取扱説明書に記載されている。

上記 6 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（図 5）。

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，春ネギや玉ねぎなど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。また，圃場における感染株の確認には，本県で開発した遺伝子診断法が利用できる（吉田ら，2013）。本法は特異性が高く，病徴が認められない感染株においても病原菌の検出が可能である。

8. 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，今回の試験から，8 月の日最低気温平均値から秋冬ネギにける本病の発生確率を推定できることがわかったので，今後はべと病の発生が問題となっている春ネギや玉ねぎなど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詳しく記載されている。

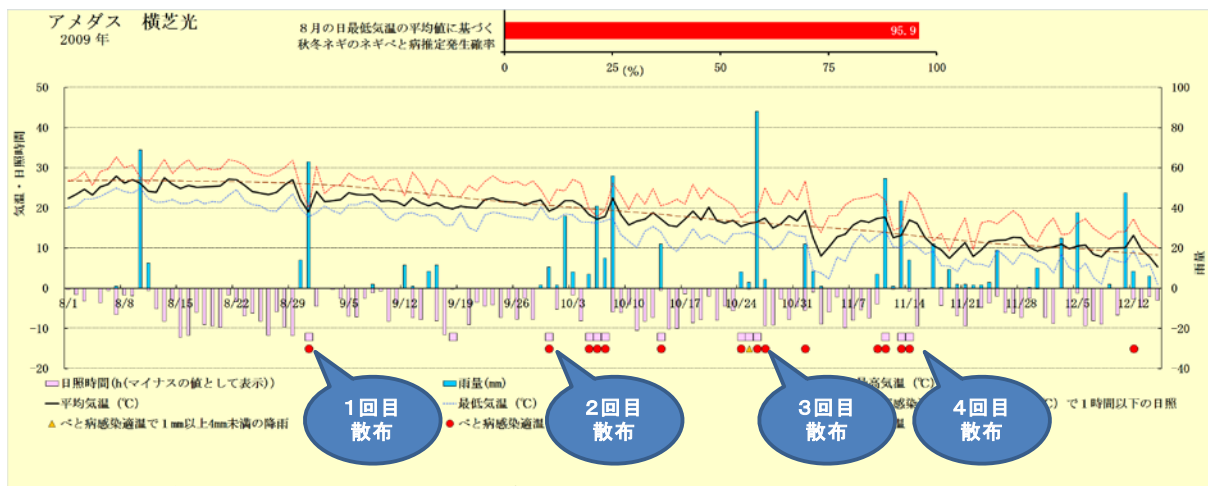


図5 「ネギベと病なび」の防除支援チャート画面と薬剤散布時期のイメージ

気温は、平均：黒の実線，最高：赤の破線，最低：青の破線，平均気温の平年値：オレンジの破線の折れ線グラフで表示される。

降水量は青の正の棒グラフで，日照時間はピンクの負の棒グラフで表示される。

8月の日最低気温平均値から推定される発生確率はチャート上方に赤の横棒グラフで表示される。

感染しやすい気象条件が出現した日に，条件に合わせ印がつく．桃色□と赤○が同時に付いた日を感染危険日とする。

引用文献

出水忠夫 (1965) 農及園 40: 391-394.

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. 84pp.

安岡眞二 (2004) 北日本病虫研報 55: 72-74.

横山とも子ら (2014) 関東病虫研報 61: 176.

吉田菜々子ら(2013)日植病報 79(3):190-191.