

植物
防疫
講座

病害編-15

野菜などに発生するべと病の発生生態と防除

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
野菜花き研究部門

佐

とう
藤

まもる
衛

はじめに

2018年12月現在、我が国の野菜に発生するべと病は36作物(表-1)であり、作物全体では91作物に及び(農業生物資源ジーンバンク 日本植物病名データベース)、広範囲にわたって発生する代表的な病害の一つである。

本報では、べと病について概説するとともに、一部ではあるが、野菜に発生する主なべと病や最近問題となっている野菜や花のべと病を取り上げ解説する。

I ベと病とは

べと病は露菌病とも呼ばれる。病原菌は、べと病菌科(Peronosporaceae)に属する。農作物に感染して問題となるべと病菌は数多いが、主として、*Peronospora* 属、*Bremia* 属、*Pseudoperonospora* 属等に含まれる。そして、すべて人工培地上では生育できない純寄生菌である。

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できる。発芽法には、分生子が発芽管で発芽する直接発芽と分生子(遊走子のう)から遊走子を生じ発芽する間接発芽がある。*Peronospora* 属と *Bremia* 属のべと病菌は前者の直接発芽、*Pseudoperonospora* 属のべと病菌は後者の間接発芽の方法で発芽する。

II ベと病の発生生態

べと病菌は、無隔菌糸体、吸器、分生子柄、分生子(遊走子のう)、卵胞子からなり、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。分生子は直接発芽の場合は、分生子から生じた発芽管、一方間接発芽の場合は分生子(遊走子のう)から生じた遊走子が被のう化した被のう胞子からの発芽管が宿主の気孔などから侵入し、侵入した発芽管は菌糸となり、菌糸は細胞間隙にまん延し、吸器を形成して宿主から養分を吸収する。そして、気孔から分生子柄を抽出し、その先端に分生子を形成し、次の伝染源となる。また、病組織内の菌糸の

表-1 2018年現在、野菜に報告のあるべと病の宿主およびその病原菌^{a)}

宿主	病原
オカヒジキ	<i>Peronospora</i> sp.
カイラン	<i>Peronospora parasitica</i>
カブ	<i>Peronospora parasitica</i>
カボチャ	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>
カラシナ	<i>Peronospora parasitica</i>
カリフラワー	<i>Peronospora parasitica</i>
キサラギナ	<i>Peronospora parasitica</i>
キャベツ	<i>Peronospora parasitica</i>
キュウリ	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>
コールラビ	<i>Peronospora parasitica</i>
コマツナ	<i>Hyaloperonospora brassicae</i>
シュンギク	<i>Peronospora chrysanthemi-coronarii</i>
シロウリ	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>
スイカ	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>
ダイコン	<i>Peronospora parasitica</i>
タマネギ	<i>Peronospora destructor</i>
トウガン	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>
ニガウリ	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>
ニラ	<i>Peronospora destructor</i>
ネギ	<i>Peronospora destructor</i>
ハクサイ, 不結球ハクサイ	<i>Peronospora parasitica</i>
ハマボウフウ	<i>Plasmopara nivea</i>
フダンソウ	<i>Peronospora farinosa</i>
ブロッコリー	<i>Peronospora parasitica</i>
ヘチマ	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>
ハウレンソウ	<i>Peronospora farinosa</i> f. sp. <i>spinaciae</i>
マクワウリ	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>
ミツバ	<i>Plasmopara nivea</i>
メボウキ	<i>Peronospora belbahrii</i>
メロン	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>
ユウガオ	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>
ルッコラ	<i>Peronospora parasitica</i>
レタス	<i>Bremia lactucae</i>
ワケギ	<i>Peronospora destructor</i>
ワサビ	<i>Peronospora alliariae-wasabi</i>
その他のアブラナ科類	<i>Peronospora parasitica</i>

Ecology and Control of Downy Mildews on Vegetables. By Mamoru SATOU (キーワード: ベと病, 発生生態, 防除)

^{a)} 農業生物資源ジーンバンク 日本植物病名データベース より。

一部分が造精器や造卵器になり、両者の受精によって卵胞子が形成される。

べと病は、比較的冷涼で、湿度の高い時期に発生が多い。気孔から外表に現れた分生子柄とその先端に生じた分生子がべと病の標徴となる。また、分生子は風雨などにより周囲に飛散し二次伝染する。初めは黄色い小さな斑点を生じ、徐々に拡大して葉脈に囲まれた角ばった病斑となることも特徴である。植物残渣中に形成された卵胞子は、次作の伝染源となる。

べと病の防除には、①通風採光をよくして多湿化を防ぐ、②密播・密植を避ける、③被害残渣は除去する、④適正な肥培管理を行う、等の耕種的防除が重要である。また、作物によっては抵抗性品種の利用が重要となる。薬剤による防除では、作物ごとに登録のある薬剤を、登録で定められた使用方法に従って使用する。

III 各病害についての解説

本章では、過去から重要病害であるキュウリべと病、ブロッコリーべと病、ホウレンソウべと病、ネギ類のべと病およびここ数年話題になっているメボウキ(バジル)べと病、インパチエンスべと病、トルコギキョウべと病について解説する。

1 キュウリべと病 (図-1)

病原菌：*Pseudoperonospora cubensis*

本病は葉のみに発生する。一般的には下葉から発生し、次第に上位葉へと進展する。初めは淡黄色で、境界の不明瞭な小斑点を生じ、次第に拡大して、葉脈に囲まれた淡褐色で多角形の病斑となる。多湿時には葉裏に暗褐色のかびを生じる。

病斑上に形成された分生子は、風などにより飛散し二

次伝染する。キュウリの葉に到達した分生子は発芽して遊走子を生じ、さらに、遊走子から変化した被のう胞子から菌糸を生じ、気孔から侵入する。気温 20~24℃で多湿条件で多発する。また、肥料切れや草勢が弱ったときにも発生しやすくなる。密植も発生を助長する。

登録薬剤があるので、登録で定められた使用方法に従って使用し、予防散布に心がける。

2009年以降、キュウリべと病について、注意報が5回発表されている(農林水産省 病害虫発生予察情報)。

2 ブロッコリーべと病 (図-2, 3, 4)

病原菌：*Peronospora parasitica*

ブロッコリーはアブラナ科に属する野菜の一つであり、ほかにもカブ、ハクサイ、ダイコン、キャベツ、カ



図-1 キュウリべと病



図-2 ブロッコリーべと病 (葉)



図-3 ブロッコリーべと病 (花蕾内部の黒変)



図-4 ブロッコリーべと病菌

リフラワー、チンゲンサイ等多くの野菜がアブラナ科に含まれる。これらアブラナ科野菜は食用部分は異なるものの、べと病については発生生態などはほぼ共通する。

冷涼な気候を好み、20℃以下の低温多湿時に発生しやすい。主に葉で発生し、発病初期は、輪郭が不明瞭な不定形の淡褐色～黄色の病斑となり、次第に、葉脈で区切られた多角形～不定形で不揃いなものとなる。育苗中に発生すると、葉の裏側に、汚白色のかびを生じ、黄化する等著しく生育が阻害され、枯死することもある。作型により菌が組織内部をまん延し、食用部分の花蕾の内部が黒変し、墨が入ったような、問題となる症状が確認されている。

アブラナ科野菜のべと病には寄生性の分化が知られており、ブロッコリーべと病菌は、*Brassica oleracea* に属するカリフラワーやキャベツに寄生する菌系統と同じである。ほかには、*B. campestris* に属するハクサイやカブに寄生する菌系統、*Raphanus sativus* に属するダイコンに寄生する菌系統等がある (SATOU and FUKUMOTO, 1996 a ; 1996 b)。

登録薬剤がいくつかあるので、それらを登録で定められた使用方法に従って使用する。

2016年以降、ブロッコリーべと病について、注意報が1回発表されている (農林水産省 病害虫発生予察情報)。

3 ホウレンソウべと病 (図-5, 6)

病原菌：*Peronospora effusa*, *P. spinaciae*,
P. farinosa f. sp. *sinaciae*

ホウレンソウべと病が報告されて以来、抵抗性品種が開発されると、それを侵すホウレンソウべと病菌の新たなレースが発生するという、いたちごっこが繰り返されてきた。1997年までは主にレース4が発生していたが、2018年4月現在ではレース17まで確認されている (International Seed Federation, 2018)。今後もレースは増えていくものと予想される。

本病は葉に発生し、表面では白色～黄色で境界不明瞭な斑点を生じ、次第に拡大する。やがて淡黄色で不整形の病斑になり、ひどくなると枯死する。葉の裏面には、灰色～暗紫色のかびを生じる。ホウレンソウべと病菌は種子伝染することが知られており、種子は海外からの輸入がほとんどであることから、海外のレースは容易に日本へ侵入して広まると考えられる。このことから、種子の輸入には十分な注意が必要である。

登録薬剤はあるが、防除としては、健全な種子を使うこと、罹病株を見つけたら直ちに抜き取ること、抵抗性品種の利用とともに、総合的な防除を心がけることが重要である。



図-5 ホウレンソウべと病

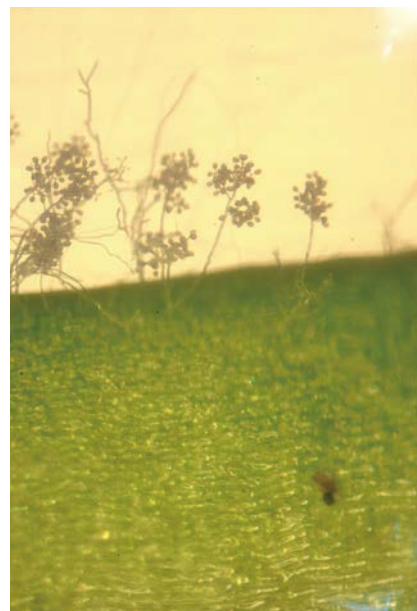


図-6 ホウレンソウべと病菌

2007年以降、ホウレンソウべと病について、注意報が3回、特殊報が7回発表されている (農林水産省 病害虫発生予察情報)。

4 タマネギべと病

病原菌：*Peronospora destructor*

本病は、過去に多発生し問題となったことがあったが、近年では、発生はするものの問題となることは少なかった。しかし、2016年には西日本各地で多発生し、多大な被害をもたらされた。秋に苗床や本圃で感染した病原菌が冬の間に全身へまん延し、春に、葉が淡黄緑色となり、湾曲し、白色～暗紫色のかびを生じるものや、

春や秋に葉や果梗に楕円形の黄色みがかかった大型斑点を形成し、白色～暗紫色のかびを生じるものがある。

防除には、圃場が過湿にならないように注意する、健全な苗を使用する、発病した株は直ちに除去することが重要である。また、登録薬剤が多くあるので、登録で定められた使用方法に従って使用する。

2007年以降、タマネギべと病について、警報が1回、注意報が44回発表されている（農林水産省 病害虫発生予察情報）。

5 メボウキ（バジル）べと病（図-7, 8）

病原菌：*Peronospora belbahrii*

本病は、2014年に国内で初めて東日本において発生



図-7 メボウキ（バジル）べと病



図-8 メボウキ（バジル）べと病菌

が確認され（草野ら、2015；佐藤ら、2015）、その後各地で発生が認められた。初期には葉が葉脈に区切られるように黄色みをおび、葉裏には黒色のかびを密生する。進展すると病斑は拡大し、枯れ上がる。分生子柄は気孔から外表に現れ、褐色～茶色、5～7回二股分岐し、先端に分生子を形成する。分生子は卵～楕円～球形で、褐色～茶色である。また、発芽管を出して発芽する。

防除には、密植を避け、通風や排水をよくする。また、施設栽培では、湿度が高くないように管理を行う。発病株は速やかに圃場外に持ち出すことが重要である。また、登録薬剤がいくつかあるので、登録に定められた使用方法に従って使用する。

2015年以降、メボウキ（バジル）べと病について、特殊報が6回発表されている（農林水産省 病害虫発生予察情報）。

6 トルコギキョウべと病（図-9, 10）

病原菌：*Peronospora chloerae*, *Peronospora* sp.

本病は、下位葉が黄化して、葉の裏側には灰白色、霜状のかびが形成され、進展すると枯死する。分生子柄は、無色、樹状、主軸からほぼ鋭角に分岐する。先端に分生子を形成する。分生子は無色、楕円形である。海外では、HALL (1994) などの報告があるが、国内で発生した本病害の病原菌も *Peronospora chloerae* によるものと同定された（長浜ら、2018）。

なお、これに先立ち、*P. chloerae* と rDNA-ITS 領域の相同性が低い *Peronospora* sp. の発生も認められている（菅原ら、2018）。このべと病菌による病害は、具体的には、葉の表面および裏面に淡灰色のかびが叢生する症状が現れ、黄色～淡褐色のかすり状に変色し、進展すると葉身全体が黄化して裏面に巻く。分生子柄は気孔から伸長し、無色で叉状に5～8回分岐し、先端に分生子を形成する。分生子は淡褐色、単胞、倒卵形～レモン形、発芽管を出して発芽する。

登録薬剤はないことから、湿度を下げるために換気を十分に行う。健全な種苗を利用する。発病株は直ちに抜き取り、圃場外に搬出し適切に処分する、過度な施肥を避ける、頭上灌水を避ける、ことが重要である。

トルコギキョウべと病について、特殊報は2018年に3回発表されている（農林水産省 病害虫発生予察情報）。

7 インパチエンスべと病（図-11）

病原菌：*Plasmopara obducens*

本病は、我が国で初めて2010年に発生が報告された（SATOU et al., 2013）。葉裏の一部～全体に白色～灰色霜状のかびを密生する。分生子柄は気孔から外表に現れ、基部はやや膨らみ、無色で4～6回樹枝状に分岐し、円



図-9 トルコギキョウべと病



図-10 トルコギキョウべと病菌

錐形の先端部に分生子を形成する。分生子は卵～楕円形で無色，遊走子で発芽する。

登録薬剤はないことから，差し穂や苗には無病のものを使用するほか，過湿にしないよう注意する，発病株は直ちに施設外に持ち出して廃棄する，ことが重要である。

2012年以降，インパチエンスべと病について，注意報が2回発表されている（農林水産省 病害虫発生予察情報）。



図-11 インパチエンスべと病

おわりに

近年では，べと病が大発生し，全滅に近い被害を被る事例も散見される。作物によっては，登録薬剤がなかったり，あったとしても効果が低いこともあり，発病してからの防除は困難な場合がある。したがって，重大な被害を避けるためにも，共通の基本事項として，健全種苗を使用する，過湿を避ける，ことが重要である。

引用文献

- 1) HALL, G. (1994): IMI Descriptions of Fungi and Bacteria 120: 1191.
- 2) International Seed Federation (2018): <http://www.worldseed.org/wp-content/uploads/2018/04/Spinach-downy-mildew-April2018.pdf>
- 3) 草野尚雄ら (2015): 日植病報 81: 213.
- 4) 長浜 恵ら (2018): 平成30年度日本植物病理学会北海道部会講演要旨: 1.
- 5) 農業生物資源ジーンバンク 日本植物病名データベース, https://www.gene.affrc.go.jp/databases-micro_pl_diseases.php
- 6) 農林水産省 病害虫発生予察情報, http://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/boujyo/120104_yoho.html
- 7) SATOU, M. et al. (2013): J. Gen. Pl. Pathol. 79: 205~208.
- 8) 佐藤 衛ら (2015): 日植病報 81: 213~214.
- 9) SATOU, M. and F. FUKUMOTO (1996 a): Ann. Phytopath. Soc. Jpn. 62: 393~396.
- 10) ———— (1996 b): ibid. 62: 402~407.
- 11) 菅原 敬ら (2018): 平成30年度日本植物病理学会東北部会プログラム・講演要旨集: 12.