

Albugo 属菌によるワサビダイコン白さび病 (新称)*¹

萩田 孝志*² 岩間 清剛*³ 長沢 栄史*⁴

ワサビダイコン (*Armoracia rusticana* Gaertn., Mey & Scherb) は北海道東部の網走市, 斜里町などで古くから栽培されている。ワサビダイコンの葉に表面が赤紫色, その裏面には白さび病特有の白色の発病を呈した不整形の病斑を形成する病害が古くから発生していた。葉裏の病斑の表層下に無色, 単胞, こん棒状の分生子柄を形成し, その先端には分生子 (胞子のう) が連鎖状に着生する。分生子は大きさ長径 $18.4 \pm 2.6 \mu\text{m}$, 短径 $17.0 \pm 3.0 \mu\text{m}$, 膜は等厚, 無色, 球形～長円形であった。罹病組織中に卵胞子は見つかっていない。寄主範囲を調べるため接種した 6 科 18 種の植物のうち, ワサビダイコンのみ発病し, 自然発生と同様の病徴を再現した。以上のことから, 本病原菌を *Albugo* 属と断定し, 本病害はわが国で未記載なので, 病名をワサビダイコン白さび病 (White rust of horseradish) と呼称することを提案する。

1999年の調査結果から, 本病は北海道東部のワサビダイコン栽培地帯では 7 月下旬頃から発生した後, 8 月以降にまん延し発病盛期は 9 月中旬であった。マンゼブ・メタラキシル水和剤を初発時から 2～3 回散布すると, 高い防除効果が得られることを明らかにした。

I 緒 言

ワサビダイコン (*Armoracia rusticana* Gaertn., Mey & Scherb) はアブラナ科の多年生植物で, 原産地のヨーロッパから日本へ導入されたと考えられている。冷涼な気候に適するため北海道の特産作物の一つで, 主に「粉ワサビ」の原料として利用されている。北海道における主要栽培地域は, オホーツク海沿岸の網走市や斜里町などで, 現在約 140ha 栽培されている。ワサビダイコンの栽培ほ場において, 古くから俗に「白さび症」と呼称されている病害が常発しており, 生産者から防除対策の確立が要望されている。そこで本病害はわが国で未記載のため, 病原菌の同定を行い, 病名を提案するとともに, 薬剤散布による防除試験を行ったので, その結果について報告する。

II 試験方法

1. 病原菌の採集と保存

本病原菌は人工培養できないことから, 以下のように

2001年12月7日受理

*¹ 本報の一部は, 2000年度北日本病害虫研究会で発表した。

*² 北海道立北見農業試験場, 099-1496 常呂郡訓子府町
E-mail: hagita@agri.pref.hokkaido.jp

*³ 網走地区農業改良普及センター, 093-8585 網走市

*⁴ 財団法人きのこセンター菌草研究所, 689-1125 鳥取市

ワサビダイコンに接種し, 菌株を保存した。すなわち農試場内ほ場において自然感染により発病しているワサビダイコンの罹病葉を採集し, 葉裏の分生子層から毛筆で分生子をかきとり, 殺菌水 (1% Tween-20 を含む) 中に懸濁した。この胞子懸濁液をあらかじめワグネルポットで生育させた 4～5 葉期の健全ワサビダイコン苗へハンドスプレーで噴霧接種し, 一昼夜ビニール袋で密封して湿度を保持した。その後, ガラス室で発病させ, 形成された分生子を以後の実験に供した。比較に用いた *A. macrospora* は北海道斜里町のカブ畑から 2000 年 9 月下旬に採集し, 前述と同様の方法でガラス室内で継代, 維持したものを供試した。

2. 病原菌の形態観察

罹病葉の組織片をニフトコの木髓に挟み, 徒手切片を作成した。光学顕微鏡で分生子柄および分生子の形態を観察し, その結果を伊藤⁵⁾, 堀江・菅田⁷⁾ の報告と比較した。

3. 各種植物に対する接種試験

ワサビダイコン分離菌の寄主範囲を調べるため, 各種植物に接種を行った。供試した植物はアブラナ科 (ワサビダイコン, ワサビ, キャベツ, ハクサイ, ダイコン, コマツナ, チンゲンサイ, ナタネ), ウリ科 (カボチャ, キュウリ), ナス科 (ナス, トマト, ピーマン), アカザ科 (ホウレンソウ), キク科 (シュンギク), マメ科 (ダイズ, インゲンマメ, エンドウ) の 6 科 18 種であった。供試した接種発病後 2 週間以上経過した病斑上の分生子

は、孢子濃度 $1 \times 10^5/\text{ml}$ に調製して、各植物3～21株に噴霧接種した後、前項1と同様の方法で湿度を保持した。その後、ガラス室に移し接種約1ヵ月後に発病の有無を調査した。

4. 本病の発病経過

1999年7～10月に、前年10月の収穫時に掘り残され、越冬後再出芽したワサビダイコンについて、6～11日間隔で本病の発病経過を調査した。調査方法は、本病の調査基準がないため、テンサイ褐斑病⁶⁾のそれを用いて、10株5カ所(合計50株)の発病株率および発病度を調べた。

5. 防除試験

品種は「白宝(青芽系統)」を用い、1998年5月7日に植え付けた。栽植密度、施肥、その他の管理は農家慣行法に準じた。1区面積18.25m²の3反復で実施し、マンゼブ・メタラキシル水和剤(500倍)を7月27日、8月11日、9月1日に120 μg /10a散布した。発病調査は8月26日、9月22日に前項に準じて、10株3カ所(合計30株)について調べた。

III 試験結果

1. 病徴

はじめ葉の表面にやや丸みを帯びた大きさ数mmの不整形の退緑斑を生じ(写真4)、その裏面は白い病斑となる。退緑斑は次第に拡大し、その後赤紫色に変わる(写真1)。裏面のはじめ白い病斑もやがて黄色を帯び、白い

粉状の分生子層が露出して、白さび病菌特有の発病を呈する(写真2)。病斑が拡大、融合すると直径数cmにおよぶ場合もある。病勢が進展し病斑が古くなると、褐色に変じて乾燥枯死し、やがて穴をあけたように病斑部が葉から脱落する。症状が激しい場合には葉の一部または全体が枯死する(写真3)。

2. 病原菌の形態

写真5に示したように、病原菌は病斑部の葉裏の表皮下に病原菌の分生子層を形成する。分生子柄は無色、単胞、こん棒状であり、その先端には *Albugo* 属の特徴である間細胞によって連結した分生子(胞子のう)を連鎖状に着生する(写真6, 1)。分生子の大きさは長径16.1～21.0 μm (平均で18.4 μm)、短径14.0～20.0 μm (平均で17.0 μm)、膜は等厚、無色、球形～長円形であった(表1)。卵胞子は多くの病斑について観察したが、現在のところ見つからない。

3. 寄主範囲

6科18種の植物に接種してワサビダイコン分離菌の寄主範囲を調べた結果、ワサビダイコンのみに接種7～10日後から病斑が形成され、自然発病と同様の病徴が再現された(写真4)。

4. 本病の発病経過

初発は7月30日であった。その後次第にまん延して、8月下旬には発病株率100%に達した。発病盛期は9月中旬で、最終調査時の発病度は54の多発生であった(図

表1 ワサビダイコン分離菌とアブラナ科野菜の白さび病菌の分生子の形態比較

菌 株 名	長径×短径(μm)	平均(μm)	分生子の形	分生子の色
ワサビダイコン分離菌	16.1–21.0×14.6–20.0	(18.4×17.0)	球～長円形	無色
<i>A. macrospora</i> (カブ分離菌) ¹⁾	17.1–24.4×15.1–23.9	(20.0×18.3)	球～長円形	無色
<i>A. macrospora</i> ²⁾	12–29×10–27	(20.0×18.2)	球～広卵形	無色
<i>A. macrospora</i> (コマツナ菌) ³⁾	13.5–24.0×10.0–22.5	(17.6×16.5)	球～長円形	無～淡黄色
<i>A. wasabiae</i> ²⁾	13–24×11–22	(18.3×16.8)	球～広卵形	無色
<i>A. wasabiae</i> (ワサビ菌) ³⁾	12.5–24.0×10.0–21.5	(18.7×17.4)	球～長円形	無色～淡黄色
<i>A. canndida</i> ²⁾	10–22×19–20	(15.4×14.2)	球～亜球形	無色

1) 北海道斜里町から分離 2) 伊藤³⁾ 3) 堀江・菅田⁷⁾

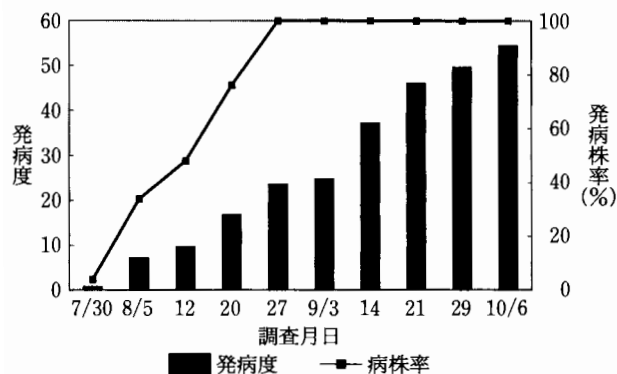


図1 ワサビダイコン白さび病の発病経過

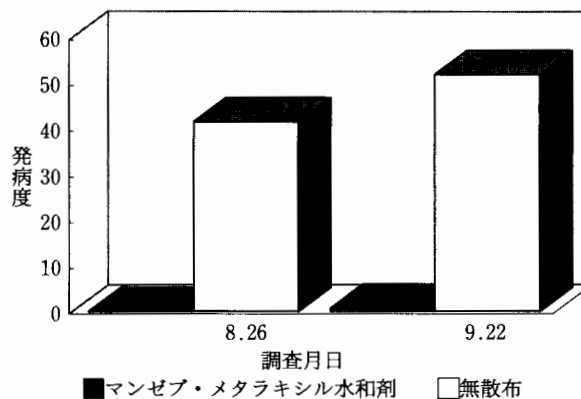


図2 ワサビダイコン白さび病の防除試験結果(1998年)

1)。

5. 防除試験

無散布区における本病の発生は発病度52の多発生であった。マンゼブ・メタラキシル水和剤散布区の発病度は8月26日が0 (無散布区41.6), 9月22日が0.7 (無散布区52.0) であった (図2)。

IV 考 察

わが国においてワサビダイコンの属するアブラナ科植物に寄生する *Albugo* 属は古くは *A. candida* の一種のみであったが、樋浦⁹⁾ が寄生性の分化をもとに、さらにダイコン系、アブラナ系、カラシナ系の3系統に分けた。同じ頃富樫¹¹⁾ は分生子の大きさから2つのグループに分け、アブラナ属、ダイコン属に寄生する菌を“var. macrospora”, タネツケバナ、ナズナ、イヌナズナ、ヤマハタザオに寄生する菌を“var. microspora”として、ワサビに寄生する菌は両者の中間の大きさであったと報告した。その後伊藤⁸⁾ が分生子膜の厚さ、卵胞子の形状、分生子の大きさ、植物に対する寄生性の違いなどから *Albugo* 属菌を11種に分け、このうちアブラナ科作物に寄生する菌を細分し、*A. candida* のほか新たに *A. wasabiae* および *A. macrospora* と命名して3種に分類した。しかしながら、わが国では今日までワサビダイコンに寄生する *Albugo* 属菌の報告がないことから、本菌の同定が必要とされた。

一方、ワサビダイコンの原産地であるヨーロッパにおける白さび病 (*Cystopus candidus*, 後に *A. candida* に改称) の最初の発生記録は不明であるが、1923年にはすでに報告されていた⁴⁾。Biga²⁾ は *Albugo* 属を植物に対する寄生性の違いから33種9変種に分け、*A. candida* については、分生子の大きさと寄生性の違いから“var. macrospora”と“var. candida”に分けた。その後 Pound⁹⁾ は6種のアブラナ科植物由来の *A. candida* を14種の判別植物を用いて6つのレースに分類している。この中ではワサビダイコンから分離した菌をレース3として、ワサビダイコンの他スカシタゴボウ、クジラグサ、エゾ

スズシロなどに寄生することを報告した。最近では Choi³⁾ は23科の植物に寄生する *Albugo* 属菌を分生子の大きさ、卵胞子の形状、大きさなどから40種に分類し、ワサビダイコンの属するアブラナ科では *A. candida* の1種のみを報告している。以上述べたように、諸外国ではアブラナ科に寄生する *Albugo* 属菌は *A. candida* のみとされている。

ワサビダイコンから得られた菌は、伊藤⁸⁾ の分類に従えば、本菌の分生子の大きさは表1に示したように、*A. macrospora* に比較してやや小さく、*A. candida* や *A. wasabiae* に近いものと考えられた。寄生性については本菌がアブラナ属およびダイコン属の野菜に感染せず、*A. macrospora* (カブ分離菌) もワサビダイコンに感染しなかったことから (表2), 本菌は *A. macrospora* とは異なると考えられた。*A. wasabiae* との異同に関しては、*A. wasabiae* がワサビダイコンに感染するか否かは不明であるが、本菌がワサビに感染しなかったことから (表2), 両菌は同一でなく、筆者らの菌は *A. candida* に包含される可能性が高いと考えられた。しかしながら、樋浦⁹⁾ が *A. candida* には寄生性の分化が存在することを指摘したように、Pound⁹⁾ も本菌をさらに寄生性の違いによりレースに細分して区別している。*A. candida* は寄主範囲が広いので、レースの類別をするためには栽培植物のみならず、広く雑草を含めた寄生性の検討が必要である。筆者らは今回雑草に対する病原性の検討を行っていないため断定はできないものの、Pound⁹⁾ の分類に従えば、本菌は *A. candida* のレース3の可能性が高いものと思われた。

わが国ではアブラナ科に寄生する *Albugo* 属菌の分類が整理されていないことから、今後諸外国との整合性をとりながら雑草に寄生する種を含め、幅広い観点から分類の確立が望まれる。

このようにワサビダイコンを侵す病原菌の種名を明らかにできなかったが、本病はこれまでわが国では未報告の病害であることから、他のアブラナ科における *Albugo* 属菌による病害の命名にならい、ワサビダイコン白

表2 アブラナ科野菜の白さび病菌の各種植物に対する病原性の比較

植 物	ワサビダイコン 分離菌	<i>A. macrospora</i> ¹⁾ (カブ分離菌)	<i>A. macrospora</i> ²⁾ (コマツナ菌)	<i>A. macrospora</i> ²⁾ (ダイコン菌)	<i>A. wasabiae</i> ²⁾ (ワサビ菌)
ワサビダイコン	+	—	*	*	*
ワサビ	—	*	—	—	+
コマツナ	—	*	+	—	—
カブ	—	+	+	—	—
ハクサイ	—	+	+	—	*
キャベツ	—	—	—	—	*
ダイコン	—	—	—	+	—

1) 北海道斜里町から分離

2) 堀江・菅田⁷⁾

+: 分生子層発生

—: 病原性なし

*: 未試験

さび病と呼称することを提案する。

本病はワサビダイコンが茎葉伸長期を終え、根茎肥大期が開始する7月下旬頃から発生する。そのため、本病多発時には根茎の肥大が抑制され、著しく減収し、甚大な被害をもたらす。しかしながら、病勢の進展は比較的緩慢なため、初発後からマンゼブ・メタラキシル水和剤(商品名:リドミル MZ 水和剤, 500倍, 200~400L/10a, 収穫14日前まで3回以内)を2~3週間間隔で2~3回茎葉散布することにより、無散布に比較して、防除価が99~100の高い効果が認められ、オーストリアの報告にも一致した¹⁰⁾。このことから、本病を防除するためには、初発後の発病が増大する7月下旬頃からの薬剤散布が有効と思われた。

謝 辞 本研究を遂行するにあたり、供試した *A. macrospora* のサンプルは清里町農業改良普及センターの酒井紀彰普及員に採集して頂いた。北海道立北見農業試験場生産研究部長田村修博士には本稿の校閲を頂いた。ここに深く感謝の意を表する。

V 引用文献

- 1) 我孫子和雄. “植物病原菌類図説”. 小林享夫ほか編. 全国農村教育協会, 1992. p.58-59.
- 2) Biga, M.L.B. “Riesaminazione delle specie del genere *Albugo* in base alla morfologia dei conidi” *Sydowia*. 9, 339-358 (1955).
- 3) Choi, D., Priest, M.J. “A key to the genus *Albugo*”. *Mycotaxon*. 53, 261-272 (1995).
- 4) Gram, E., Rostrup, S. “Oversigt over Sygdomme hoslandbrugets og havebrugets kulturplanter in 1923”. *Tidsskr. for Planteavl*. 30(3), 361-414 (1924).
- 5) 樋浦 誠. “Biologic forms of *Albugo candida* (Pers.) Kuntze on some cruciferous plants”. *Jap. J. Bot.* 5(1), 1-20 (1930).
- 6) 北海道農政部 “病虫害発生予察事業実施手引き”. 2001. p.90.
- 7) 堀江博道, 菅田重雄. “コマツナ白さび病の生態”. 東京都農業試験場報告. 13, 31-47 (1980).
- 8) 伊藤誠哉. “大日本菌類誌: 白锈菌科”. 養賢堂, 1936. p.134-147.
- 9) Pound, G.S., Williams, P.H. “Biological races of *Albugo candida*”. *Phytopathology*. 53, 1146-1149 (1963).
- 10) Szith, R., Furlan, H. “New results following the chemical treatment of white rust (*Albugo candida* (Pers.) Ktze.)”. *Pflanzenarzt*. 32, 70-72 (1979).
- 11) Togashi, K., Shibasaki, K. “Biometrical and biological studies of *Albugo candida* (Pers.) O. Kuntze in connection with its specialization”. *Bull. Imp. Coll. Agri. and Forestry*. 18, 1-88 (1934).



写真1 自然感染による葉表の病徴



写真2 噴霧接種による葉裏の病徴
(分生子層が露出し発胞を呈する)



写真3 自然感染による発病後期の病徴



写真4 噴霧接種によるワサビダイコンの発病株(左)
と感染しなかったワサビ(右)

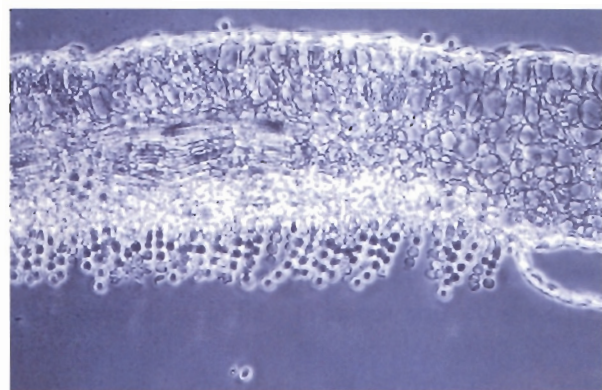


写真5 葉裏の表皮下に形成された分生子層

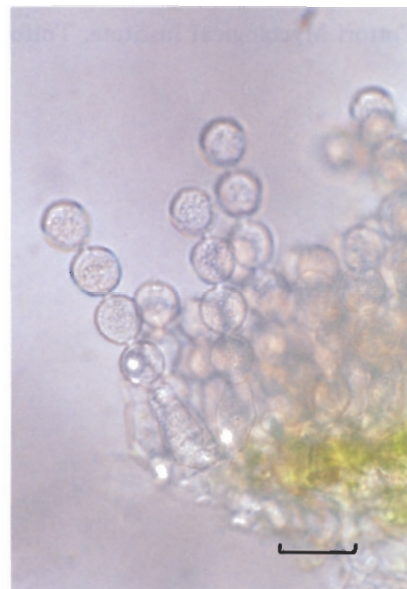


写真6 分生子柄と間細胞により連結した分生子
(バースケールは20 μ m)

White Rust of Horseradish Caused by *Albugo* sp.

Takashi HAGITA^{*1}, Seigou IWAMA^{*2} and Eiji NAGASAWA^{*3}

Summary

A severe disease of white rust of horseradish (*Armoracia rusticana*) have occurred for a long time in the eastern part of Hokkaido. A plant infected with white rust showed reddish purple, circular to irregular lesions on the leaf surface and white pustules with exposed conidia on the lower leaf surface.

The causal fungus formed hyaline, unicellular, club-shaped conidiophores bearing conidia in chains. The conidia with uniform wall thickness are hyaline, ovoid to ellipsoidal, measuring $14\sim 20\times 15.8\sim 21\mu\text{m}$. The oospores are not yet found in the diseased leaf tissues.

To investigate host range of the fungus obtained from a infected horseradish, spore suspension (ca. 10^5 spores/ml) was sprayed on the plants of 18 species belonging to 6 families. The fungus was pathogenic only to horseradish and showed the same symptoms as the natural ones. On the otherhand, no lesion was observed on the other plants.

From the result, the causal fungus was identified as an *Albugo* sp.

In 1999, the disease occurred first in late July, then increased during August, and spreaded more widely in middle September in the eastern part of Hokkaido. The disease was effectively controlled by 2 to 3 times spraying of metalaxyl+mancozeb during the growing period of horseradish plants.

This is the first report of white rust on horseradish caused by *Albugo* sp. in Japan.

^{*1} Hokkaido Kitami Agricultural Experiment Station, Kunneppu, Hokkaido, 099-1496 Japan
E-mail: hagita@agri.pref.hokkaido.jp

^{*2} Hokkaido Abashiri Agricultural Extension Center, Abashiri, Hokkaido, 093-8585 Japan

^{*3} The Tottori Mycological Institute, Tottori, Tottori, 689-1125 Japan