

平成 27 年度 (第 12 回) 日本学術振興会賞・日本学士院学術奨励賞受賞

植物病害ブドウ根頭がんしゅ病の生物的防除法の開発 後編「米国におけるブドウ根頭がんしゅ病の発生実態 ～バージニア州を例として～」

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
西日本農業研究センター (前：岡山県農林水産部)

川口 章 (かわぐち あきら)

はじめに

本稿の前編 (2月号) において解説した通り、ブドウ根頭がんしゅ病は、植物病原細菌 *Rhizobium vitis* (Ti) (= *Agrobacterium vitis* (Ti), *A. tumefaciens* biovar 3; 以下、学名表記は C システム (澤田ら, 2007; 2015) に従う。Ti は植物にがんしゅを形成させる能力を有する“根頭がんしゅ病菌”であることを示す) によって植物の根や茎等ががんしゅ (癌腫) と呼ばれるこぶを形成する土壌病害で、世界中で発生している (図-1A, B)。

世界的に見ると、本病は特にワイン用ブドウ栽培の現場で問題となっている。カナダのオンタリオ州では本病の発生によりワイン用ブドウで毎年約 200 万ドルの経済損失を被っているという統計がある (University of Guelph, 1999)。その他、欧州各国、米国、オーストラリア、チリ等、ワイン生産の盛んな国で被害を出し続けている。

本稿では、ワイン生産で世界第 3 位を誇る米国において、ワイン生産の古い歴史を持つバージニア州における、ブドウ根頭がんしゅ病の発生実態、そしてバージニア工科大学 Agricultural Research and Extension Center (AREC) と共同で行っている筆者の研究活動について紹介する。

I バージニア州におけるワイン産業

米国ではカリフォルニア州のワインが世界的にも有名で、全米で生産されるワインの 8～9 割がカリフォルニアで生産される。カリフォルニア州は年間を通じて少雨で温暖な気候なので、ワインブドウ栽培において根頭がんしゅ病も発生はしているが、それ以上に脅威となる病害はうどんこ病、そして日本未発生の“Pierce’s Disease” (虫媒伝染性の難培養性病原細菌による病害) である。

バージニア州は全米 5 位のワイン生産州であり、“Virginia Wine” として有名である。州の面積は約 11 万 km² (北海道の約 1.3 倍)、気候は冷涼で 1 月と 7 月の平均最高気温は 7℃ と 30℃、平均最低気温は -3℃ と 18℃ で、冬の降雪も多い。19 世紀初頭、後の米国第 3 代大統領 トーマス・ジェファーソンが駐仏米国大使時代にワイン用ブドウの苗木をフランスから米国に持ち帰り、栽培を始めたことから、バージニア州は米国における“ワイン生産発祥”の地として、ワイン用ブドウ栽培では最も古い歴史を持つ。バージニア州には 230 以上のワイン醸造場 (以下、ワイナリー)、約 1,400 ha のワイン用ブドウ栽培圃場 (以下、ブドウ園) があり、年間 610 万本のワインが生産され、現地のワインを求めて年間 100 万人がバージニア州を訪れる (Office of the Governor of Virginia, 2013)。バージニア州は 1861～65 年のアメリカ南北戦争の舞台にもなった州であり、さらにワシントン DC から近い (ワシントンダレス国際空港はバージニア州北部にある) ため、観光地としても有名である。

II ブドウ根頭がんしゅ病の発生実態

冬の低温に晒されたブドウに凍害による亀裂が発生し、

Development for the Biological Control Method of Grapevine Crown Gall. The Second Volume: Outbreak of Grapevine Crown Gall in United States of America, Focusing on Vineyards in Virginia State.
By Akira KAWAGUCHI

(キーワード：キーワード：ブドウ根頭がんしゅ病、ワイナリー、バージニア州)

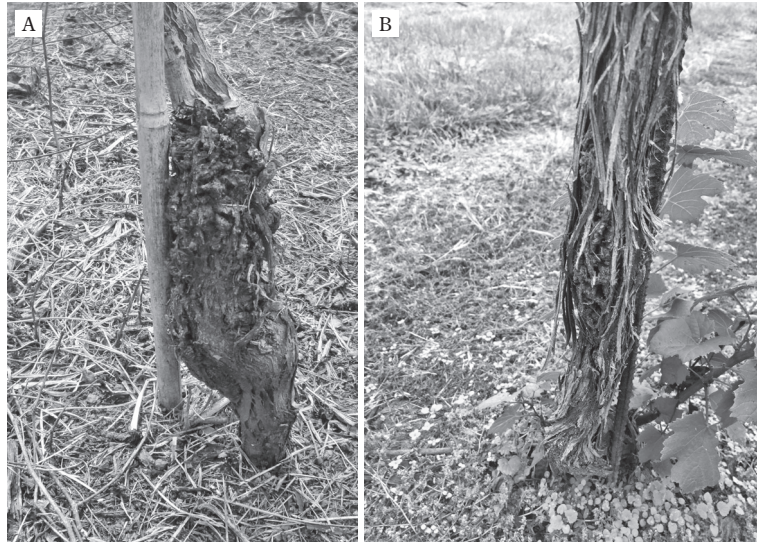


図-1 ブドウ根頭がんしゅ病の症状

- A : 典型的な大きいがんしゅ。
B : 樹皮の下に小さながんしゅが密集して発生する。

表-1 バージニア州におけるブドウ根頭がんしゅ病の発生状況

調査年月日	場所	ブドウ園 No.	発病樹数	調査樹数 ^{a)}	発病株割合 (%)
2015/9/27	Etlan	1	37	300	12.3
2015/9/27	Etlan	2	63	300	21.0
2015/9/27	Sperryville	3	109	300	36.3
2015/9/27	Leesburg	4	187	300	62.3
2015/9/30	Winchester	5	32	300	10.7
2015/9/30	Stevensburg	6	171	300	57.0
2015/9/30	Orange	7	89	300	29.7
2016/8/8	Leesburg	8	26	300	8.7
2016/8/8	Aldie Heights	9	63	300	21.0
				平均	28.8

^{a)} 任意に抽出したブドウ 30 樹 × 10 列

そこに根頭がんしゅ病菌が感染するため、ブドウ根頭がんしゅ病は冷涼な気候で栽培されるブドウに発生が多いとされている (BURR et al., 1998)。前章でも触れたが、米国で最もワイン生産が盛んなカリフォルニア州ではブドウ根頭がんしゅ病の発生はあるものの、被害が深刻ではないのは、同州の温暖な気候の影響もあると推察される。

一方、米国東海岸北部のワインブドウ産地であるバージニア州 (NITA, 2014)、ペンシルバニア州およびニューヨーク州 (Stewart and Wenner, 2004)、その周辺のケンタッキー州 (HARTMAN, 2007) やメリーランド州、さらに米国西海岸北部のワシントン州では、本病はブドウ生産に深刻な被害をもたらしている。一般的なブドウ園で

は、1/3 エーカー (約 13 アール) に約 200 本のワイン用ブドウが栽培されており、1/3 エーカーに本病が発生した場合、ワイン出荷額に年間 6,700 米ドル (110 円/ドルとして 737,000 円) の損失をもたらすという試算がある (STEWART et al., 2006)。一般的なブドウ園の栽培面積は平均 12 エーカー (約 4.3 ヘクタール) なので、上記の試算では発病株割合 2.5% のブドウ園を想定している。

特にバージニア州では、2014 年に本病が大発生し、今も多くのワイナリーで甚大な被害が出ている (NITA, 2014)。バージニア州ではほぼすべてのブドウ園で本病が発生しており、2015～16 年にかけて筆者が現地で調査した結果では、調査した九つのブドウ園すべてで発生



図-2 ワイナリーにおけるブドウ根頭がんしゅ病の発生実態

A : 本病の発生により枯死したブドウ樹。

B : 枯死樹の隣も去年枯死したため引き抜かれたままになっている。

C : 発病し枯死した後に改植された苗木（冬の凍害から守るため白い筒で覆われている）と発病樹および未発病樹が混在したワイナリー。

が認められ、発病株割合は8.7～62.3%（平均28.8%）と非常に高く（表-1）、また多くの発病株が生育不良または枯死に至っている状況であった。

発病したブドウ樹は2～3年の間に順次枯死するため、栽植密度が低くなり、枯死して引き抜かれた後に新たに改植された苗木が目立つブドウ園が散見される（図-2A, B, C）。がんしゅの形成により生育不良になると、葉が黄～赤褐色に変色し、早期に落葉する症状が現れ（図-3A）、その株元を見るとがんしゅが確認できる（図-3B）。生産者にとって、生育不良になった樹は回復させることは不可能であることから、伐採（図-3C）、改植を行うが、改植した苗木にも本病は発病するため（図-3D）、できるだけ早期に有効な防除技術を開発する必要がある。

III バージニア工科大学 Alson H. SMITH, Jr. Agricultural Research and Extension Center による研究活動の紹介

バージニア工科大学（Virginia Polytechnic Institute and State University）はバージニア州の南西部のブラッ

クスバーク（Blacksburg）に本部キャンパスを置く、バージニア州立の総合大学である。同大の農学・生命科学部（Agriculture and Life Sciences）には本部キャンパス以外に11の研究所 Agricultural Research and Extension Center（AREC）が同州に配置され、農業に関する研究と普及センターの役割を担っている。筆者が訪問した Alson H. SMITH, Jr. AREC（以下、AHS-AREC、図-4）は、同州北部のウィンチェスター（Winchester）に位置し、主に果樹（リンゴとブドウ）の研究と普及を担っている。AHS-ARECの所長であるトニー・ウルフ教授（Prof. Tony K. WOLF）はブドウ栽培およびブドウ栽培学が専門で、筆者が訪問したときも、自身の研究室のメンバーと収穫したブドウの圧搾作業を行っていた。（図-5A）。

ここで筆者がAHS-ARECを訪れるに至った経緯を少し紹介する。筆者は2002年から一貫してブドウ根頭がんしゅ病の新規拮抗細菌に関する研究を行ってきたが、2014年にミネソタ州ミネアポリスで開催された米国植物病理学会大会にて研究発表を行った際、同センターでブドウ病害を専門に研究されている荷田瑞穂准教授

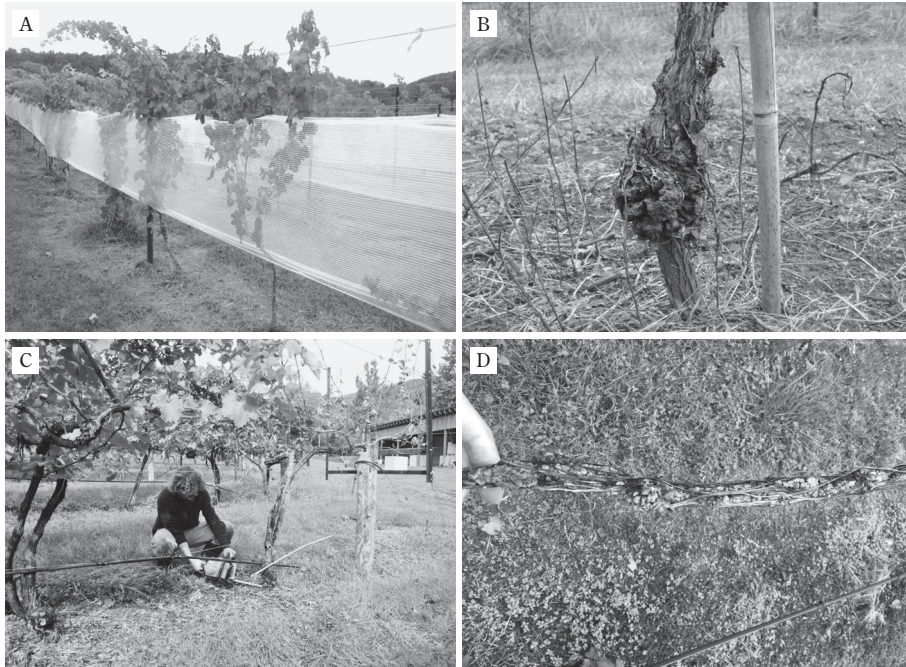


図-3 ブドウ根頭がんしゅ病による生育不良

- A：葉が黄～赤褐色に変色し、枝の伸長が悪くなる（手前の樹）。
- B：株元に認められたがんしゅ。
- C：発病樹をチェーンソーで伐採する生産者。
- D：苗木に発病したがんしゅ。



図-4 バージニア工科大学 Alson H. SMITH, JR. AREC (AHS-AREC) の外観

(Associate Prof. Mizuho NITA, 図-5B) と知り合うことができた。荷田氏から、バージニア州のブドウ園で根頭がんしゅ病が多発しているという話を聞き、その現地での発生実態の調査・情報交換のため、訪問するに至ったわけである。

荷田氏は准教授として Grape Pathologist and Specialist という肩書で、大学での研究、教育だけでなく農業

生産者への農業技術の普及活動も行っている。筆者と現地調査に向かったときも、ブドウ生産者に対して病害防除の指導を行っていた(図-5C)。このように、州立大学の農学部の教員の中には、普及のエフォートを持ち、農業現場指導を担っている方もいる。荷田氏はブドウ病害全般だけでなく殺菌剤による防除にも精通されており、殺菌剤耐性菌に対する研究も行っている。州によってほかにも様々な形態があると思われるが、バージニア州を例とすると、バージニア工科大学 AREC は普及指導センターの役割もあるので、大学の教員が Extension Specialists (日本では旧専門技術員に相当)を兼務し、専任の Extension Agents (普及指導員)とともに、普及事業を担っている。しかし米国でも、普及事業にかかる予算および人員の削減により、事業の継続が難しい状況にある州も多いとのことであった。

筆者が同センターを訪問して行う研究活動は、バージニア州の主要なブドウ園におけるブドウ根頭がんしゅ病の発生実態調査(表-1)や罹病組織である“がんしゅ”のサンプリング、ワイナリーの関係者やブドウ生産者との交流および情報交換、そして荷田研究室のメンバーへの根頭がんしゅ病研究に関する基本的な技術指導や情報



図-5 AHS-ARECの様子

- A : 筆者と Tony K. Wolf 教授 (AHS-AREC 所長).
 B : AHS-AREC の荷田瑞穂准教授.
 C : ブドウ生産者らに病害防除指導を行う荷田氏.
 D : ブドウ根頭がんしゅ病罹病部からの病原細菌の分離の方法について
 筆者がラボメンバーに説明している様子.

交換 (図-5D) である。本病の防除対策は同州のワイン産業にとって緊急の課題であることから、荷田研究室では今後本病の研究に本格的に取り組んでいく予定であり、今後も協力していきたいと考えている。

IV Virginia Vineyards Association 2016 Winter Technical Meeting での講演

バージニア州はワイン産業が盛んな州なので、ワインやブドウに関する研究を行っている大学等の研究機関、ワイナリー関係者、ブドウ生産者、関連企業らで構成される団体がいくつか存在する。Virginia Vineyards Association (VVA) もその一つで、1986年に設立、機関誌の発刊、技術講習会や研究会の開催等を通じてワイン産業の発展のために幅広い活動を行っている (<http://www.virginiavineyardsassociation.com/>)。

2014年におけるブドウ根頭がんしゅ病の大発生により、ワイナリー関係者やブドウ生産者の最大の関心事は本病の対策であることから、2016年1月28～30日に同州の中部に位置する都市シャーロッツビル(Charlottesville, VA)で開催されたVVA 2016 Winter Technical Meeting

に筆者が演者として招かれた。講演では、筆者の研究内容を中心とした生物防除技術開発研究の内容や今後の展望を紹介した (図-6A, B)。

講演後の質疑応答では、拮抗微生物の特徴、防除メカニズム、その技術がいつ米国でも使えるようになるのか、等々、多くの質問や意見・要望があり、本病の防除対策が本当に必要とされていることを改めて認識した。講演後も多くのブドウ生産者と意見交換できたことは、海外の農家と直接話をするという大変貴重な機会であり、私の研究者人生の大きな財産となった (図-6C)。講演会後の情報交換会は、多くのワイナリーが自身のワインを持ち込んでのテイスティングを参加者全員で行い、活発な意見交換が行われた (図-6D)。

おわりに

今回は米国バージニア州におけるブドウ根頭がんしゅ病の発生実態を中心に解説したが、これまでの訪米により、筆者の本病の生物防除研究が日本だけでなく、海外でも高い関心を持っていただいていることを実感した貴重な経験であった。また、米国以外の国の研究機関から



図-6 Virginia Vineyards Association (VVA) 2016 Winter Technical Meeting の講演会

A : 講演会の様子。

B : 筆者と VVA 会長の Tom Kerry (中央), VVA 事務局長の Aimee Henkle (右)。

C : ブドウ生産者と意見交換を行った後の記念撮影。同氏は内科医を引退後、ワイナリー経営およびブドウ栽培を始めた。根頭がんしゅ病の拮抗細菌について高い関心を示していた。

D : 情報交流会 (ワインのテイスティング) の様子。

も、ブドウ根頭がんしゅ病拮抗細菌に関して筆者への問い合わせが多数あることから、本病に対する防除のニーズは世界中にあると考えている。

これまで防除不可能であったブドウ根頭がんしゅ病を予防する拮抗細菌の発見は、日本でも基礎研究者や農業関係者に大きく注目され、この度、平成 27 年度日本学術振興会賞並びに日本学士院学術奨励賞という形で評価された。実用化への技術的な障壁はまだ存在しているが、一つ一つ乗り越えていき、世界のブドウ生産へ貢献できるように、今後も実用化に向けた活動を継続していきたい。

引用文献

- 1) BURR, T. J. et al. (1998) : *Plant Dis.* **82** : 1288 ~ 1297.
- 2) HARTMAN, J. (2007) : *Plant Pathol. Fact Sheet.* **11** : 1 ~ 3.
- 3) NITA, M. (2014) : *Grape Press*, Virginia Vineyards Association, Waterford, VA, p.11 ~ 12.
- 4) Office of the Governor of Virginia (2013) : <https://www.virginia.wine.org/press?page=2>
- 5) 澤田宏之ら (2007) : *日本微生物資源学会誌* **23** : 95 ~ 99.
- 6) ーら (2015) : *植物防疫* **69** : 106 ~ 112.
- 7) STEWART, E. L. et al. (2006) : *plantpath. psu. edu.* 1 ~ 5. <http://plantpath.psu.edu/research/labs/grapes/publications/disease-fact-sheets/Crown-gall-grape.pdf>
- 8) ー and N. G. WENNER (2004) : *Wine East* July-Aug. **32** : 12 ~ 21.
- 9) University of Guelph (1999) : *ScienceDaily.* <http://www.sciencedaily.com/releases/1999/05/990506153806.htm>