

Acidovorax

東北農業研究センター 門 田 育 生

はじめに

Acidovorax 属は, proteobacteria 門の β subclass, *Comamonadaceae* に属し, 植物病原細菌としては, イネ褐条病細菌やスイカ果実汚斑細菌病菌など, 作物生産上大きな被害を引き起こす病原細菌が含まれている。これらは, 1984年版の *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* (PALLERONI, 1984) では *Pseudomonas* 属細菌 (以後, 旧 *Pseudomonas* 属とする) として取り扱われてきたものである。しかし, 当時においても旧 *Pseudomonas* 属内には複数の属が含まれ, 単一の属として維持することはできないとする考えが一般的に受け入れられており, 同書においては五つのグループに類別されていた。このような背景において旧 *Pseudomonas* 属から複数の新たな属が提案されることになるが, その経緯については, 本年3月号の *Pseudomonas* の項 (井上康宏著) を参照いただきたい。

ここでは, *Acidovorax* 属の提案や, 旧 *Pseudomonas* 属植物病原細菌の一部を本属に移す根拠として系統解析が果たした役割について解説するとともに, 各細菌種と病原性との関係について考察してみたい。

I *Acidovorax* 属の提案における系統解析

WILLEMS et al. (1990) は, 土壌から分離される *Pseudomonas facilis*, *P. delafieldii* について, 旧 *Pseudomonas* 属から新属に移すことを提案し, 学名提案されていない臨床分離株等をこれに加えて新属名を *Acidovorax* 属 (3種により構成) とした。属名提案の根拠として, DNA-rRNA ハイブリッドの50%が融解する温度 (T_m (e) 値) に基づいて系統解析すると, これらの細菌はすべて *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* における *acidovorans* rRNA complex (Section III of *Pseudomonas*) に属し, その中で独立した rRNA グループを形成すること, また, 細菌学的性質や細菌体から抽出したタンパクの SDS-PAGE パターンを用いた系統解析においても, 近縁属から区別可能である

としている。なお, 本論文の DNA-rRNA ハイブリダイゼーションにおいて, 後に *Acidovorax* 属に移される植物病原細菌 *P. avenae* も供試しているが, それを含めた系統解析において両者は同一 rRNA グループに属していない (図-1)。また, 細菌学的性質についても本論文で *Acidovorax* 属として提案した3種とは区別できることから, この時点における *Acidovorax* 属には, 植物病原細菌は含まれない。

II *Pseudomonas* 属植物病原細菌 (一部) の *Acidovorax* 属への移行

WILLEMS et al. (1992) は, *Acidovorax* 属の提案時には同属に含めなかった *Pseudomonas* 属植物病原細菌の一

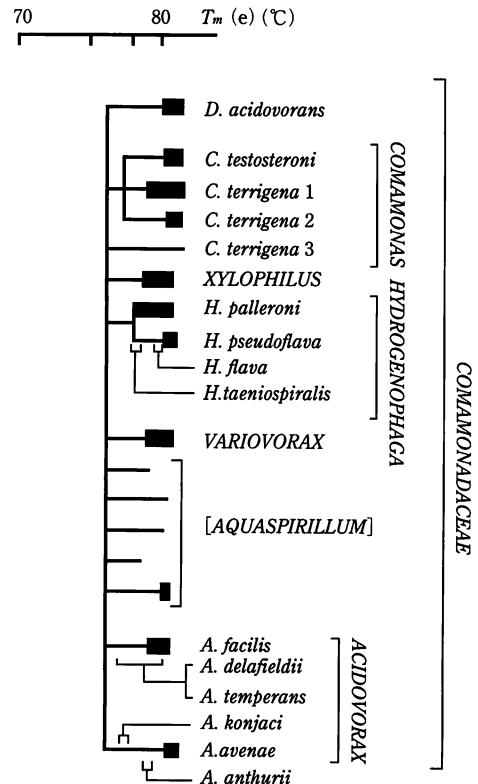


図-1 DNA-rRNA 相同性 (T_m (e) 値) に基づく *Comamonadaceae* の系統樹
GARDAN et al. (2000) の論文から引用した。

部を *Acidovorax* 属に移した。具体的には, *P. avenae*, *P. rubrilinians* および “*P. setariae*” (国際細菌命名規約に基づく承認は受けていない) を *A. avenae* subsp. *avenae*, *P. cattleyae* を *A. avenae* subsp. *cattleyae*, *P. pseudoalcaligenes* subsp. *citrulli* を *A. avenae* subsp. *citrulli*, *P. pseudoalcaligenes* subsp. *konjaci* を *A. konjaci* とした。これらの植物病原細菌は, 前述した *T_m* (e) 値に基づいて系統解析すると *acidovorans* rRNA complex に属し, その中で独立した rRNA グループを形成することから, 既存の属に含めるか新たな属を新設する必要があるとした。ここで, これらの植物病原細菌は, 単一炭素源の利用に基づく系統解析においても独立したクラスターを形成する。しかし *Acidovorax* 属に最も近縁であることや, 同属と明瞭に識別するための表現形質の違いがないこと, また rRNA シストロンの *Acidovorax* 属に対する相溶性が高いことを根拠に, これらの植物病原細菌を新属とはせず *Acidovorax* 属に移した。これに伴い, 1990 年に提案した *Acidovorax* 属の記載の一部を変更している。なお, *A. avenae* には三つの亜種 (subsp. *avenae*, subsp. *cattleyae*, subsp. *citrulli*) が含まれている。これは同一亜種内に属する菌株の DNA-DNA 相溶性 (DNA-binding values) が 74% 以上であるのに対し, 亜種間では 54 ~ 68% であるためである (図-2)。ただし, 16s rDNA 塩基配列においては, これら 3 亜種間では 99.5% 以上の相溶性を示している (WEN et al., 1999)。

ところで, スイカおよびコンニャクから分離された植物病原細菌については, その細菌学的性質が非植物病原細菌である *P. pseudoalcaligenes* にほぼ一致することか

ら, これらを本種の中を含め, 植物病原性を有する亜種としてそれぞれ subsp. *citrulli* (スイカ果実汚斑細菌病原菌) および subsp. *konjaci* (コンニャク葉枯病菌) とした。しかし, HU et al. (1991) は, 細菌学的性質や DNA-DNA 相溶性等の結果に基づき, これらを *P. avenae* に含めており, 非植物病原細菌である *P. pseudoalcaligenes* (Proteobacteria の γ subclass に含まれる) とは明らかに区別している。したがって, これらの細菌を *Acidovorax* 属に移すとした WILLEMS et al. (1992) の提案は, これらの結果と矛盾しない。

III 新たに記載された *Acidovorax* 属植物病原細菌

WILLEMS et al. (1992) が, *Pseudomonas* 属植物病原細菌の一部を *Acidovorax* 属に移した以降, 2 種の新種が植物病原細菌として報告されている。すなわち, GARDAN et al. (2000) は 1980 年代からアンズリウム (*Anthurium andreaenum* Lind.) の葉に病害 (bacterial leaf spot) を引き起こす病原細菌を, *Acidovorax* 属の新種として *A. anthurii* と提案した。また GARDAN et al. (2003) は, 1991 年にコーンレタス (*Valerianella locusta* (L.) Laterr.) に発生した病害 (bacterial spot) について, その病原細菌を *A. valerianellae* と提案した。これらの新種提案においても, 前述した *T_m* (e) 値や rDNA 塩基配列に基づいて系統解析が行われている (図-1, 3)。

IV 分類種と植物病原性

Acidovorax 属に属する植物病原細菌種および亜種とそ

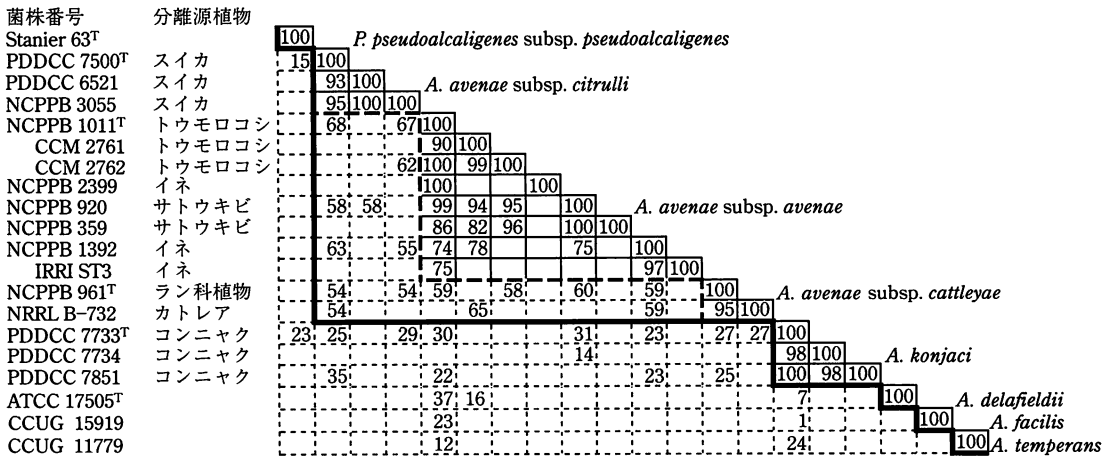


図-2 *Acidovorax* 属細菌および *Pseudomonas pseudoalcaligenes* 間の DNA-DNA 相溶性 WILLEMS et al. (1992) の論文から引用した。一部改変している。

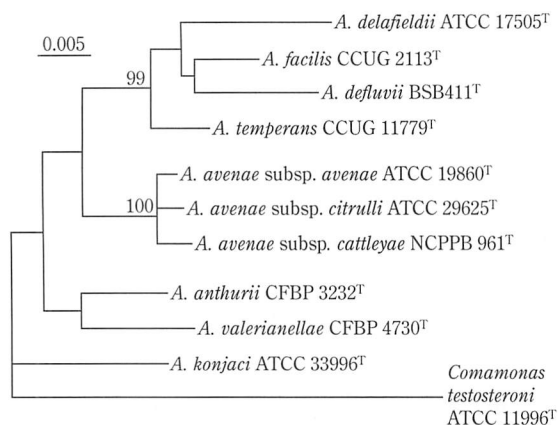


図-3 *Acidovorax* 属細菌の16s rRNA 遺伝子に基づく系統樹
GARDAN et al. (2003) の論文から引用した。一部改変
している。

それぞれの宿主植物との関係は明瞭で、*A. avenae* subsp. *avenae* はホイトグラス、エンバク、プロムグラス、シコクビエ、テオシント、イネ、キビ、ダリスグラス、サトウキビ、アワ、トウモロコシなどのイネ科植物、*A. avenae* subsp. *cattleyae* はカトレアやファレノプシスなどのラン科植物、*A. avenae* subsp. *citrulli* はスイカ、メロンなどのウリ科植物、*A. konjaci* はサトイモ科のコンニャク、*A. anthurii* はサトイモ科のアンズリウム、*A. valerianellae* はオミナエシ科のコーンレタスを宿主としている。

ところで、*A. avenae* subsp. *avenae* においては上述したように多くの宿主植物が報告されているが、後藤・岡部 (1952) は、アワおよびキビからの分離菌 (アワ褐条病細菌およびキビ条斑細菌病菌) がそれぞれ元の宿主により強い病原力を示すとしている。また西山ら (1979) は、シコクビエからの分離菌 (シコクビエ褐条病細菌) はシコクビエに最も強い病原力を示すとしている。さらに門田 (1996) は、イネからの分離菌 (イネ褐条病細菌) はイネに明瞭な病原性を示すものの、イネ以外からの分離菌においてイネに病原性をもつものはなかったとしている。これらのことから、*A. avenae* subsp. *avenae* 内においても寄生性の分化が生じていると考えられる。

おわりに

これまで述べたように、acidovorans rRNA complex に属する非植物病原細菌をもとに *Acidovorax* 属が提案され、その後植物病原細菌がこれに追加された。このとき、DNA-rRNA 相同性に基づく系統解析で、両者は相互に独立した rRNA subgroup を形成することがわかっ

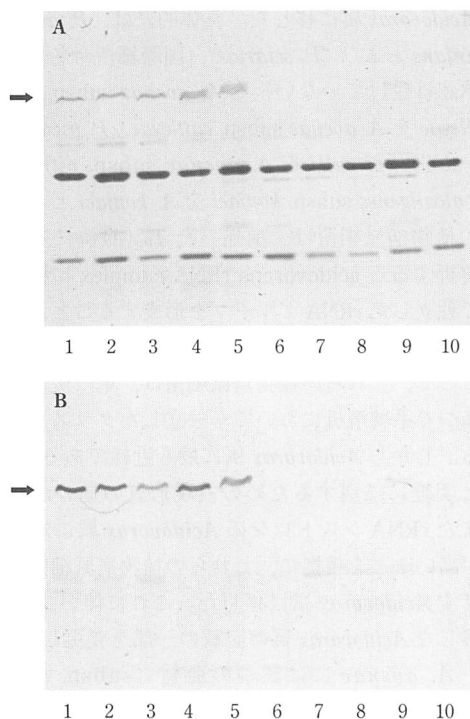


図-4 イネ褐条病細菌において特異的に認められる物質 (矢印)

菌体成分を SDS-PAGE で分離してメンブランに転写し、イネ褐条病細菌に対する抗血清で検出した。レーン1~5: *A. avenae* subsp. *avenae* (イネ分離菌)、6~9: 同左 (イネ以外からの分離菌)、10: *A. avenae* subsp. *cattleyae*。A: イネ分離菌に対する抗血清、B: 同血清をイネ以外からの分離菌菌体で吸収した抗血清を用いて検出した。KADOTA et al. (1996) の論文から引用した。一部改変している。

ており、明瞭な表現型の違いがないことから同一属として取り扱ってきているものである。したがって、*Acidovorax* 属内には植物病原細菌のグループとそれ以外のグループで大きく2群に分けることができ、その違いは16s rDNAに基づく系統樹にも反映している (図-3)。この関係は、WILLEMS et al. (1992) の提案後に本属の植物病原細菌として新たに提案された2種の細菌も、植物病原細菌側の rRNA subgroup に含まれることから、現時点でも維持されている。

Acidovorax 属に属する植物病原細菌には現在4種3亜種が認められているが、これらの種や亜種あるいは分離源植物が異なる菌株において、明瞭な寄生性の違いが認められるのは興味深い。*Acidovorax* 属細菌において寄生性や病原性を解明する研究はまだ多くは行われていないが、KADOTA et al. (1996) はイネに病原性を示す系統 (イネ褐条病細菌) の菌体には、血清学的に特異的に識

別でできる物質があることを明らかにしている (図-4)。CHE et al. (2000) はこの物質がフラジェリンであることを明らかにしたうえで、その構造の違いがイネ培養細胞における抵抗性反応の違いに関係することを明らかにしている。

このように、植物病原細菌の寄生性や病原性の差異を解明するに当たっても、供試する菌株の系統関係がどのようになっているかは大変重要である。これらに裏付けされた細菌-植物間相互作用の解析が進展し、病害防除につながることを期待したい。

引用文献

1) CHE, F. S. et al. (2000): J. Biol. Chem. 275: 32347 ~ 32356.

- 2) GARDAN, L. et al. (2000): Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 50: 235 ~ 246.
- 3) _____ et al. (2003): ibid. 53: 795 ~ 800.
- 4) 後藤正夫・岡部徳夫 (1952): 静岡大農研報 2: 15 ~ 24.
- 5) HU, F.-P. et al. (1991): Int. J. Syst. Bacteriol. 41: 516 ~ 525.
- 6) 門田育生 (1996): 北陸農業試験場報告 38: 113 ~ 171.
- 7) KADOTA, I. et al. (1996): Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 62: 425 ~ 428.
- 8) 西山幸司ら (1979): 日植病報 45: 25 ~ 31.
- 9) PALLERONI, N. J. (1984): Genus I. *Pseudomonas* Migula 1894, Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Vol.1, The Williams & Wilkins Co., Baltimore, 141 ~ 199.
- 10) WILLEMS, A. et al. (1990): Int. J. Syst. Bacteriol. 40: 384 ~ 398.
- 11) _____ et al. (1992): ibid. 42: 107 ~ 119.
- 12) WEN, A. et al. (1999): ibid. 49: 567 ~ 576.

! 日本産植物細菌病の図鑑/目録/分離・同定法!

CD-ROM版 作物の細菌病 —病徴診断と病原の同定— (for Windows) 2004年追補3版

西山幸司・高橋幸吉・高梨和雄 編
定価 2,100 円 (税込み) 送料 200 円

2001年追補版に①病徴写真370余枚 ②2000年以降発表の新病害 ③初心者向け推奨分離法 ④非病原細菌のプロフィールインデックスを新たに追加しました。

! 好評の「ひと目でわかる果樹の病害虫」!

全3巻 B5判

第1巻 ミカン・ビワ・キウイ (改訂版)

本文 176 頁 カラー写真 562 点以上 定価 4,830 円税込 (本体 4,600 円) 送料 340 円

第2巻 ナシ・ブドウ・カキ・クリ・イチジク (改訂版)

本文 238 頁 カラー写真 937 点以上 定価 6,720 円税込 (本体 6,400 円) 送料 380 円

第3巻 リンゴ・マルメロ・カリン・モモ・スモモ・アンズ・ブルーネ・ウメ・オウトウ・ハスカップ

本文 262 頁 カラー写真 991 点 定価 6,117 円税込 (本体 5,826 円) 送料 340 円

CD-ROM版 「ひと目でわかる果樹の病害虫」 (for Windows & Macintosh)
全3巻の写真データ収録の CD-ROM版 定価 21,000 円税込 (本体 20,000 円) 送料サービス

お申し込みは直接当協会へ、前金 (現金書留・郵便振替) で申し込むか、お近くの書店でお取り寄せ下さい。
社団法人 日本植物防疫協会 出版情報グループ 〒170-8484 東京都豊島区駒込1-43-11
郵便振替口座 00110-7-177867 TEL(03)3944-1561(代) FAX(03)3944-2103 メール: order@jppa.or.jp