

イネもみ枯細菌病菌 *Burkholderia glumae* と イネ苗立枯細菌病菌 *Burkholderia plantarii*

畔 上 耕 児

農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業総合研究センター

1. はじめに

イネもみ枯細菌病菌 *Burkholderia glumae* は、1955 年に北九州において乳熟期以降のもみ（粃）に発生する褐変症状の原因菌として分離され（後藤・大畑, 1956）、当初 *Pseudomonas glumae* と命名された（栗田・田部井, 1967）。“*glumae*” は「粃殻の」という意味である。当時、本細菌による被害としてはもみの褐変・枯死（もみ枯れ症）だけが知られていたが、1960 年代後半から機械移植栽培ならびにそれに伴う箱育苗が全国的に急速に普及するようになるとともに、苗にも腐敗（苗腐敗症）を起こすことが明らかとなり（植松ら, 1976a, b）、移植苗安定供給の阻害要因として全国的な問題になった。

イネ苗立枯細菌病菌 *Burkholderia plantarii* は、1982 年に千葉県において発生した箱育苗イネ苗の立枯れ症状から分離され（畔上ら, 1983）、当初 *Pseudomonas plantarii* と命名された（Azegami et al., 1987）。“*plantarii*” は「苗床の」という意味である。本病も 1988 年に四国、1990 年に北海道、1991 年に九州地方でも確認されるに至り、全国的な問題になった。

本マニュアルでは、これら 2 種の *Burkholderia* 属細菌の分類・同定、諸性質、宿主範囲、分布、生態、分離・検出法、接種・保存法などについて述べる。これら 2 種は、我が国で農業上問題になることによって発見された細菌であり、農業生物資源ジーンバンクには、長年にわたって各地で分離された多数の菌株が保存されている。本マニュアルが、それらを利用する際の参考になれば幸いである。

2. 分類

標記 2 種細菌は最初は *Pseudomonas* 属に分類された。ただし、*Pseudomonas* 属が創設された 1894 年当時の属の定義は現在から見れば大まかなものであったので、本属は遺伝学的に多様な菌種の集合体という状態になってしまったが、その後の rRNA 相同性に基づく研究によって少なくとも 5 グループに整理できることが明らかにされた（Palleroni et al., 1973）。グループ I は主として蛍光性色素産生菌、グループ II は蛍光性色素非産生でポリ-β-ヒドロキシ酪酸顆粒を菌体内に蓄積する菌種から構成されていた。その後 16S rDNA 塩基配列、DNA-DNA 相同性等も含めた総合的な検討結果に基づいて新属 *Burkholderia* の創設が提案され、グループ II の中にあった *P. cepacia*, *P. gladioli* など代表的な 7 種が同属に移され（Yabuuchi et al., 1992）、その後標記の 2 種も *Burkholderia* 属へと移された（Urakami et al., 1994）。したがって、それらの学名は、現在 *Burkholderia glumae* (Kurita and Tabei 1967) Urakami, Ito-Yoshida, Araki, Kijima, Suzuki and Komagata 1994, および *Burkholderia plantarii* (Azegami, Nishiyama, Watanabe, Kadota, Ohuchi and Fukazawa 1987) Urakami, Ito-Yoshida, Araki, Kijima, Suzuki and Komagata 1994 となっている。*P. glumae* および *P. plantarii* は、それらのシノニム（バソニム、原名）という扱いになる。

Burkholderia 属は、Bergey's manual of systematic bacteriology 第 2 版において、*Betaproteobacteria* 綱、*Burkholderiales* 目、*Burkholderiaceae* 科に括られている（Garrrity et al., 2005）。本属に含まれる種は、当初 7 種であったが現在 60 種近くに上っており、植物や動物の病原菌、根圏あるいは植物体内に生息する窒素

Koji Azegami [National Agricultural Research Center, National Agriculture and Food Research Organization]

Burkholderia glumae and *Burkholderia plantarii*, the pathogens of bacterial grain rot of rice and bacterial seedling blight of rice, respectively. MAFF Microorganism Genetic Resources Manual No.26 (2009)

固定菌，土壌細菌など多様な生態のものが含まれている．農業環境中ではバイオコントロール菌，植物生育促進根圏細菌（Plant Growth-Promoting Rhizobacteria, PGPR），環境汚染物質の分解菌などとして期待されているものもある．

3. 各種性状およびそれに基づく同定・識別

1) 細菌学的性質

B. glumae および *B. plantarii* は，グラム陰性，好気性の桿菌で，複数の極鞭毛を有し運動性がある．蛍光性色素を産生せず，菌体内にポリ-β-ヒドロキシ酪酸顆粒（図1）を集積する．キノンはQ-8型である．これら2種および近縁の *B. gladioli*¹ のおもな細菌学的性質を表1に示した．これら2種は，第6章の分離・検出法によっていずれかである可能性が確認できるか，あるいは，本章の2)以降に述べる性質やPCR反応が陽性であることが確認でき，さらに第7章の接種法で病原性が確認できれば，あとはグラム反応，OF試験を行い，表1の細菌学的性質のおもなものを調査するだけで比較的容易に同定できる．なお，*B. glumae* や *B. gladioli* を同定する場合，糖・有機酸の利用能を BIOLOG（GN2）で調べると，違いが判然としないために誤同定する可能性がある．従来の寒天培地を用いる方法で調べるか，他の方法を組み合わせて行うことが必要である．

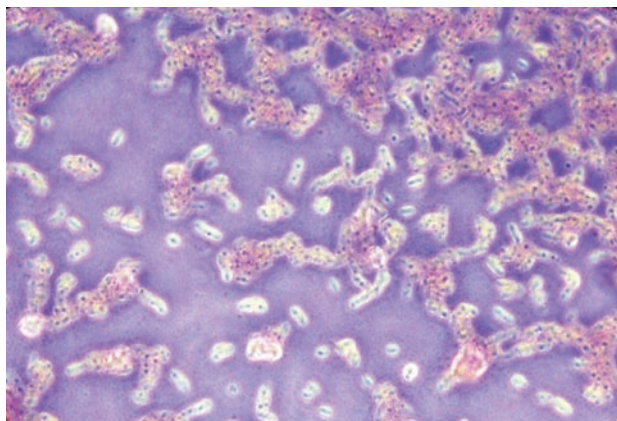


図1. *B. plantarii* 菌体内のポリ-β-ヒドロキシ酪酸顆粒

各菌体内にポリ-β-ヒドロキシ酪酸顆粒（スーダンブラック Bによって青黒く染まっている）が認められる．

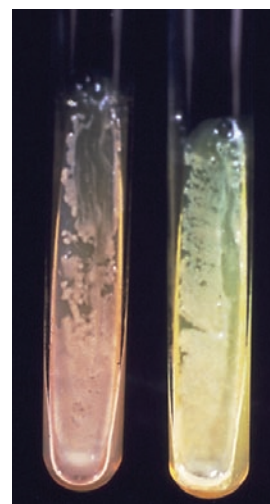


図2. *B. plantarii*（左）および *B. glumae*（右）のPPGA斜面培養

2) 培養性状と血清学的性質

B. glumae および *B. plantarii* のPPGA（西山, 1978）あるいはPSA（脇本, 1955）平板培地におけるコロニーは，ベージュ〜わずかに黄土色を帯びており，円形，やや中高，平滑で湿光を帯びている．*B. glumae* では，コロニーが密な部分では培地が黄緑色になる．

また，*B. glumae*，*B. gladioli*，*B. plantarii* のいずれかである場合，使用培地によっては斜面培養の様子から高い確度で種レベルの所属を推定することも可能である．すなわち，PPGA斜面培地上，28～30℃で2～3日間培養すると，*B. glumae*，*B. gladioli* は菌苔がアイボリー，ベージュ〜クリーム色で，培地中に鮮やかな水溶性黄緑色色素（*Pseudomonas* 属菌が産生する蛍光性色素とは異なる）を産生することが多いので，それによって推定可能である（図2）．*B. glumae* では35℃以上の高温で培養した場合に本色色素の産生量が多い（松田, 1990）．また，菌苔表面などに水色（畔上, 1994），あるいはその後さらに桃色〜橙色の非水溶性色素を産生するものもある（島根県農業技術センター永島進氏私信）．桃色色素産生株の菌苔は黄色を呈していることが多い．ただし，水色色素産生株はしばしば分離されるが，桃色色素産生株は希少系

¹ *B. gladioli* には植物病原性の違いによって *B. gladioli* pv. *gladioli* をはじめ pv. *allicola*, pv. *agaricicola* などの病原型（pathovar）がある．筆者がこれまでに扱った *B. gladioli* 株はすべて（pv. *agaricicola* は扱っていないので除く）グラジオラスの切り葉に針接種すると黒色水浸状の病斑を形成した．なお，*B. gladioli* には食中毒毒素産生株（後述）もあり，他と区別する必要上 *B. gladioli* pathovar *cocovenenans* として括る提案（Jiao et al. 2003）もなされているが，植物病理学上の pathovar ではない．

表 1. *B. glumae*, *B. plantarii* および *B. gladioli* のおもな細菌学的性質

性 質	<i>B. glumae</i>	<i>B. plantarii</i>	<i>B. gladioli</i>
40℃における生育	+	—	+(1-2Wk)
オキシダーゼ活性	—	+	V
糖・有機酸の利用：			
L-ラムノース	—	+	—
シトラコン酸	—	+	V
L-酒石酸	—	+	+
D-酒石酸	DP (2-4Wk)	+	+
ニコチン酸	—	DP (2Wk)	+
メサコン酸	—	DP (2Wk, W)	+
D-アラビノース	+	DP (2-3Wk, W)	+
グリセリン	+	DP (2-4Wk, W)	+
トレハロース	+	DP (3-4Wk, W)	+
アドニトール	+	—	+
β-アラニン	+	—	+
ラフィノース	+	—	—
ラク トース	+(1-2Wk)	—	+(1-2Wk)
D-リボース	+	+(1-2Wk)	+
安息香酸	—	—	+
レブリン酸	—	—	+
アルギニン・ジヒドロラーゼ	—	—	—
ゼラチン液化	+	+	+
硝酸呼吸	VW	+	—
硝酸塩還元	+	W	+

a) + : 2~7日以内に陽性, — : 陰性, W : 弱陽性, VW : 非常に弱い陽性, DP (2Wk, W) : 遅れて2週間後に弱陽性, V : 菌株により異なる.

統と考えられる. これに対して *B. plantarii* は, 菌苔はアイボリー, ベージュ〜クリーム色であるが, 黄緑色素は産生せず, 培地はやや赤味を帯びた淡褐色になる.

さらに培養を続けたときに, 培地の色は *B. glumae* ではそのままの黄緑色であるのに対し, *B. gladioli* では褐色になるものが多い. 褐色の程度は, 菌株によってわずかなものから濃褐色のものまで違いがある. 菌苔表面は *B. glumae* では平滑のままであるのに対し, *B. gladioli* では生育がより旺盛であり, 斜面培養のおもに下方の菌苔表面に起伏に富んだしわが生じる株が多い. ただし, 細菌の培養性状は, 培地の種類, 寒天の水分含量の違い, 培養温度, 細菌の生育量などの違いにより安定しないので, 同定に利用する際には注意が必要である.

B. glumae および *B. plantarii* は, 寒天ゲル内二重拡散法においてそれぞれの抗血清 (10^8 cfu/ml の生菌をウサギの耳翼辺縁静脈内に注射して作製) と沈降帯を形成するが, 交互には形成しない. *B. gladioli* には *B. glumae* と共通抗原を持つものがあり, 薄い沈降帯を形成することもある.

3) 二次代謝産物等

B. glumae はシュウ酸 (松田ら, 1988), トキソフラビン (toxoflavin ; 図 3) (佐藤ら, 1989), フェルベヌリン (fervenulin) (佐藤ら, 1989) を生産し, それらは病徴発現に関与している. トキソフラビンは黄色の結晶で, その生産に関わる酵素や生合成遺伝子などが明らかにされている (Suzuki et al., 1998a, b, 2004 ; Yoneyama et al., 1998). *B. glumae* はまた, 火傷病菌 (*Erwinia amylovora*) などに対して抗菌活性のある 3-[L-alanyl- L-homoserinyl-L-aspartyl- β-carboxy]-4-hydroxy-5-oxopyrazole を生産する (Mitchell et al.,

2008).

B. plantarii はトロポロン (tropolone ; 図 4) を生産する (Azegami et al., 1985). その生産量は液体培養において 100-160ppm になる. トロポロンは無色の結晶で, 種々の細菌に対して静菌作用と殺菌作用を示し (Trust, 1975), 植物病原糸状菌に対して殺菌作用がある (Lindberg, 1981) ことが知られていた. トロポロンは, 接種苗を育てた寒天ゲル中に 23-123ppm の濃度で検出されること, 3 ~ 25ppm 以上で施用すると発根・根の伸長・緑化を阻害すること, 鉄とキレートして (図 5) 水に難溶性の赤い結晶として析出する (Azegami et al., 1988c) ので, 接種する際に鉄を添加すると苗の症状が明らかに軽減されること (図 6) などから病徴発現に関与していると考えられる (Azegami et al., 1985 ; 畔上, 1994). なお, ルイジアナ州で分離された抗糸状菌作用を有する *Pseudomonas* 属菌株からもトロポロン生産能が報告されていたが (Lindberg et al., 1980), 現在の分類体系からみるとこの株も *Burkholderia* 属菌と考えられること, ルイジアナ州にも *B. plantarii* が分布していることから (第 4 章参照), この株も *B. plantarii* あるいはそれに近縁な菌種と考えられる. *B. plantarii* はまた, イミノピロリジン (2-imino-3-methylene-5-L (carboxy-L-valyl)-pyrrolidine および 2-imino-3-methylene-5-L (carboxy-L-threoninyl)-pyrrolidine) を生産すること, それらは *E. amylovora* に対して強い抗菌活性を示すことが報告されている (Mitchell and Teh, 2005).

なお, *B. gladioli* もほとんどの株がシュウ酸 (松田ら, 1988) とトキソフラビンを生産する. *B. gladioli* の 1 系統 (*B. gladioli* pathovar *cocovenenans*) (Coenye et al., 1995 ; Jiao et al., 2003) は, tempe(h) bongkrèk (テンペの 1 種でココナッツを素材にして作られる. かつて中部ジャワ州で食されていた.) に混入してトキソフラビンと bongkre(k)ic acid を生産し, 致死率の高い食中毒の原因となったことがある. その際に, 食中毒の症状をもたらす毒素の 1 つとして発見されたのがトキソフラビンである (Daves Jr. et al., 1961).

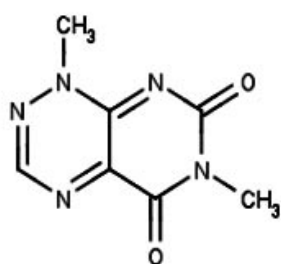


図 3. トキソフラビン

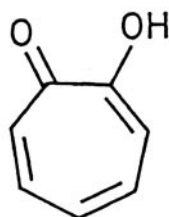


図 4. トロポロン

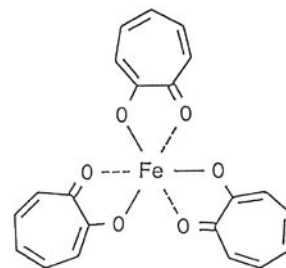


図 5. トロポロン第二鉄錯塩

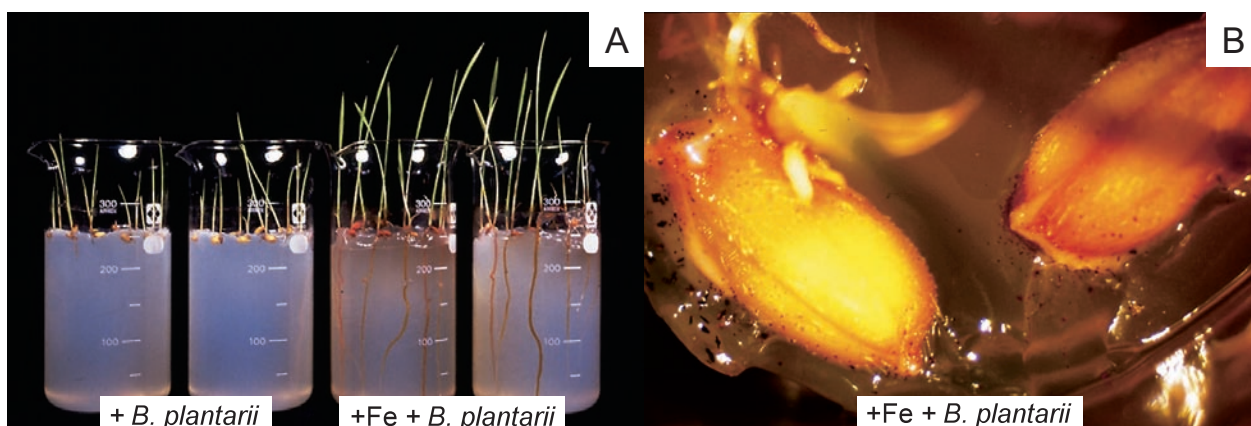


図 6. 鉄添加による苗立枯細菌病の発病程度の軽減とトロポロン第二鉄錯塩の析出

素寒天, または二価鉄 20ppm を加えた素寒天にイネを播き, *B. plantarii* を接種して育苗すると, 鉄添加区では苗の発病程度が軽減され (A の右), 寒天中やもみの周囲にはトロポロン第二鉄錯塩の赤褐色の結晶が析出する (B).

4) PCR 法

Takeuchi et al. (1997) の *B. glumae* 検出用のプライマー (GL-13f: 5'-ACA CGG AAC ACC TGG GTA-3', GL-14r: 5'-TCG CTC TCC CGA AGA GAT-3') によれば, *B. glumae* では約 400 bp の DNA 断片が増幅される。

澤田の *B. glumae* 検出用プライマー (PGF1: 5'-TGT CTG ACA CGG AAC ACC TGG GTA G-3', PPR1: 5'-AGG TTG AGT TCT CGC ATT TGT GCC G-3') によれば, *B. glumae* では 371 bp の DNA 断片が増幅される (農業生物資源研究所 澤田宏之氏私信)。これ (PGF1/ PPR1) を利用して *B. glumae* の生態学的調査が行われた (小原ら, 2004)。

Sayler et al. (2006) の PCR プライマー (F: 5' ACG TTC AGG GAT RCT GAG CAG 3', R: 5' AGT CTG TCT CGC TCT CCC GA 3') によれば, *B. glumae* では 282 bp の DNA 断片が増幅される。

澤田の *B. plantarii* 検出用プライマー (PPF2: 5'-GAT TGA GCC AGT CAG AGG ATA AGT C-3', PPR1: 5'-AGG TTG AGT TCT CGC ATT TGT GCC G -3') によれば, *B. plantarii* では 213 bp の DNA 断片が増幅される (澤田宏之氏私信)。これ (PPF2 / PPR1) を利用して *B. plantarii* の生態学的調査が行われた (Miyagawa and Inoue, 2002)。

Maeda et al. (2006) のマルチプレックス PCR によれば, *B. glumae*, *B. plantarii*, *B. gladioli* ではそれぞれ 529bp, 597bp, 479bp の DNA 断片が増幅される。

5) 迅速同定法を利用する上での留意点

前項までに挙げてきた同定法以外にも, 細菌検査キット API を用いた同定, 16S rDNA 塩基配列を用いた相同性検索, 菌体脂質のシリカゲル薄層クロマトグラフィーによる同定など, さまざまな簡便・迅速な手法が利用されている。これらの手法は, 被検菌がどの種に近縁であるのかを探る上で汎用性のある, 万人にとって非常に便利な方法である。これらの詳細については, 最近の総説 (澤田, 2008 ; 松山, 2008) を参照して頂くことにして本稿では割愛したい。

ただ, 細菌の「同定」を行ったことのない方に対して, これらの簡便な同定手法を利用するにあたって, 次の点を補足したい。新分離株が「A 種と B 種に近い表現形質を示しているがいずれにも一致しない」ということが往々にしてあるので, 既知の重要細菌種識別のために開発され, 限られた表現形質の検査のみに基づいているような迅速同定手法の場合, いきなり適用しても正しい種名が挙がってくるとは限らない。ただし, 植物病原細菌の場合には比較の変異幅が小さいので, 病原性を確認できれば, 既知病原細菌種数が限られていることもあり, 同定がより容易に行えることが期待できる。また, 16S rDNA による相同性検索においては, 現在の分類体系が必ずしも分子系統と整合性がとれていないため, 分類体系に沿った種名が検索結果にリストされるとは限らない。そのリストの方が, より自然を反映した近縁属名・種名を挙げている場合もあり, 逆に実用上意味をなさない種名しか挙げていない場合もありうる。複数の検査結果を組み合わせるなどして, 正しい同定結果を得るための工夫が必要であろう。

4. 病徴, 宿主範囲, および分布

1) 病徴

B. glumae によるもみ枯れ症は出穂後のもみに発生し, 発病もみでは褐変・枯死, あるいは白化・不稔が認められる (図 7)。玄米は萎縮して奇形になる。発病が玄米の一部分である場合, 健全部分との境界に帯状の褐変



図 7. *B. glumae* によるもみ枯れ症

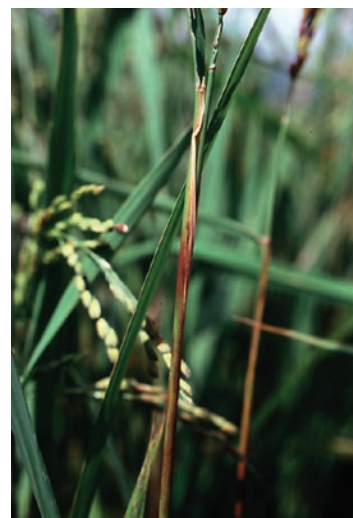


図 8. *B. gladioli* による葉鞘の褐変

B. glumae によるものと症状が似ている。

が認められることがある。不稔もみが多い重症穂は垂れずに直立したままとなり、遠目にも識別可能である。本症状が水田全面に発生することは日本ではまれで、重症株を中心に坪状に発生することが多い。

B. glumae によるもみ枯れ症は、病徴をよく観察することによっていもち病や *Pantoea ananatis* による内穎褐変病とは識別することができる。いもち病では枝梗、小枝梗を含め穂全体が枯れることがあるのに対し、もみ枯れ症では褐変して枯れるのはもみだけにとどまる。内穎褐変病では、内穎だけが褐変したもみが目立つ。ただし、内外穎ともに褐変することもあるので、内穎褐変もみの出現頻度や玄米上の带状褐変の有無なども参考にしながら総合判定する必要がある。

高温多湿下では、葉鞘に暗褐色で不整形、周縁不明瞭な病斑（葉鞘褐変症状）を生ずることがある（久原ら，1967；安永ら，1986；Shahjahan et al., 2000）。この症状は出穂前の7月からも発生することがあり、また止葉葉身内にまで病斑が真っ直ぐに伸びることもある（畔上，1992；畔上ら，1993）。

なお、*B. gladioli* も *B. glumae* とよく似た症状を起こすことがある（図8）（浦ら，1996；Azegami, 2001；Yuan, 2004；Ura et al., 2006）。ただし、その報告例や分離割合が少ないことから、少なくとも日本各地でみられるもみ枯れ症と葉鞘褐変の原因は多くは *B. glumae* であると考えていいであろう。

水田では、このほかに *P. fuscovaginae* や *Erwinia chrysanthemi* が、*B. glumae* によるもみ枯れ症や葉鞘褐変症状と似た症状を起こす。しかし、*P. fuscovaginae* による葉鞘褐変病は、北海道・東北地方で冷害年あるいは低温環境下で発生する病気であり、発生状況が異なるので識別可能である。*E. chrysanthemi* による株腐病は、九州から関東地方にかけて5月以降の高温時に発生する。株元が紫色を帯びた褐色に腐敗し、腐敗臭が強い。また、出穂した穂は白く枯れ、遠目にはニカメイガによる被害と似ているが、株元に食害痕がないので識別できる。*P. syringae* pv. *aptata*, *P. fluorescence* などの一部の株には、もみ枯細菌病と類似した症状を起こすものがある（後藤ら，1987）。

B. glumae による苗腐敗症は箱育苗のイネ苗に発生し、その症状は葉鞘部の褐色腐敗と枯死である（図9）。葉鞘部の腐敗は顕著で、最上位葉を引っ張ると葉鞘の中で切れて容易に抜ける。それよりもやや軽度の発病苗では、第2～3葉（不完全葉を第1葉として数えた場合）の下半分に顕著なクロロシス（退緑，黄白化）が認められることが多い。クロロシスがみられた苗は本田に移植しても生育が悪



図9. 苗腐敗症が激発した育苗箱

発病苗は、葉鞘部の腐敗が顕著であり、葉身が開いたまま淡褐色になって枯れているので、苗立枯細菌病発病苗と比べて柔らかそうな外観を呈する。



図10. *B. plantarii* による苗立枯細菌病

発病苗は著しく褐変・萎凋枯死する。



図11. 苗立枯細菌病が激発した育苗箱

発病苗は、萎凋が顕著で葉身が針状に巻いて赤褐色になって枯れ、硬そうな外観を呈することが多い。

く、やがて枯死する。育苗箱上では多数の苗がまとまって発病し、周囲の健全な苗よりも生育が劣る「坪枯れ」を起こして枯れる。

無病徴の感染苗を水田に移植すると、水温が高い場合に溶けたように腐敗・枯死して欠株となり（長谷川ら，2008），それが連続して水田の端から端まで列をなして続くことがある。

B. plantarii による苗立枯細菌病も箱育苗のイネ苗に発生し（図 10, 11），症状は *B. glumae* による苗腐敗症と似ているために識別は難しい。いずれの場合も第 2～3 葉基部に顕著なクロロシス（図 12）や坪枯れがみられる。ただし、苗立枯細菌病は苗腐敗症と異なり腐敗は顕著ではない。また、腐敗症の苗は葉身が開いたまま淡褐色になって枯れているので柔らかそうな外観を呈するが（図 9），苗立枯細菌病の苗は萎凋が顕著であり、葉身が針状に巻いて赤褐色になって枯れるので硬そうな外観を呈することが多い（図 10, 11）。また、苗立枯細菌病の坪枯れはしばしば育苗箱の長辺と平行に帯状に伸び（図 13），根の生育は悪い。発病苗を水田に移植すると生育不良になり、さらに枯死して欠株となり、それが連続して列をなすことがある（井口，1992；竹内・田村，1992）。しかし、発病を免れたイネにそれ以降の時期になってから本細菌が被害を与えることはない。

箱育苗の苗に発生する細菌病には、このほかに *Acidovorax avenae* subsp. *avenae* による褐条病がある。しかし、発病苗には褐色の条斑がみられることが多いので、上記 2 種類の細菌病とは容易に識別できる。褐条病ではやがて葉全体が黄化した株もみられるようになり、それらは枯死する。箱育苗の苗や育苗土からは、さらに *B. gladioli*, *B. cepacia*, *Ralstonia pickettii* に近縁な細菌、および *P. marginalis* も頻繁に分離され、それらは特に湛水条件下のイネ苗の生育を若干阻害する（畔上，1994）。

2) 宿主範囲

B. glumae の穂への噴霧または葉への針接種により、穂と葉に病斑が現れる植物種としてスズメノテッポウ、スズメノカタビラ（関，1959），カズノコグサ、ニワホコリ、シナダレスズメガヤ、ヒエ、タイヌビエ、マコモ、トダシバ、メリケンカルカヤ、キシウスズメノヒエ、コムギ、エンバク、ライムギ、二条オオムギ、チモシー、イタリアンライグラス、トウモロコシ、カラードギニアグラス（Miyagawa et al., 1988），穂に病斑が現れる植物種としてエノコログサ、カモジグサ、オヒシバ、チカラシバ、ローズグラス、シコクビエ、オオクサキビ、ダリスグラス、ハトムギ、ソルガム、ジュズダマ（Miyagawa et al., 1988），葉に病斑が現れる植物種としてカモジグサ、アシカキ、キク、ヨモギ、ヨメナ、ハハコグサ、アレチノギク、ノゲシ、ソラマメ、レンゲソウ、クローバー、タデ、スイバ、オオバコ、キツネノボタン（関，1959），アシ、ギニアグラス（Miyagawa et al., 1988）などが報告されている。また噴霧接種により、穂軸も含め穂全体が枯れる植物種としてスズメノテッポウ、ソルガム、葉に病斑が現れる植物種としてソルガム（Miyagawa et al., 1988）が報告されている。



図 12. 苗立枯細菌病の症状のいろいろ

（左より）発根・生育が阻害されて枯れた苗，第 3 葉が萎凋した苗，第 3 葉下半分に顕著なクロロシス（退緑，黄白化）がみられる苗など。



図 13. 苗立枯細菌病による育苗箱の長辺と平行に帯状に伸びている坪枯れ

坪枯れが長辺と平行に伸びているのは、育苗箱が播種機の中で長辺方向に移動し、覆土にわずかな起伏ができて育苗時に水分条件が異なるためではないかと推測されている。

B. plantarii の針接種により穂と葉に病斑が現れる植物種としてライムギ、穂にのみ病斑が現れる植物種としてカズノコグサ、スズメノテッポウ、スズメノカタビラ、コムギ、イタリアンライグラス、ローズグラス、シコクビエ、トウモロコシ、ソルガムが報告されている (Miyagawa et al., 1988)。(第5章第2項も参照)

3) 分布

B. glumae によるもみ枯れ症の発生は、平均気温が平年より高めで、特に出穂・開花期前後のイネが高温・多湿、降雨に遭遇すると多発する傾向にあるので(関, 1959)、発生地域は九州、四国地方などの暖地に多いが、中国、近畿、東海、関東地方のみならず、北陸、東北地方でも発生の報告がある。

また、本症状の発生は日本だけでなく、大韓民国、中華人民共和国、台湾、ベトナム社会主義共和国、マレーシア、フィリピン共和国、インドネシア共和国など東および東南アジア地域で広くみられる。さらに、1980年代にはコロンビア共和国 (Zeigler and Alvarez, 1989)、1990年代にはアメリカ合衆国 (Shahjahan et al., 2000)、2000年代にはパナマ共和国 (Nandakumar et al., 2007)、コスタリカ共和国、ニカラグア共和国などの中南米諸国でも発生が認められるようになった (Correa et al., 2007)。アメリカ合衆国では南部の米作地帯で穂枯れ症状が発生していたが、猛暑であった1995年のルイジアナ州、アーカンソー州、テキサス州で大発生し、その後さらにミシシッピ州、ミズーリ州でも発生している。米国南部や中南米では葉鞘腐敗も伴って、40%からときには80%の減収をもたらすほど甚大な被害を与えることもある。

B. glumae による苗腐敗症ならびに *B. plantarii* による苗立枯細菌病の発生は、育苗期間中の高温が発病助長要因であるので、九州から北海道まで全国的に問題になっている。ただし、育苗に保温用ビニールハウス等を用いない栽培法を行っている九州の一部地域では発生が認められていない。ビニールハウス内の温度は、特に春先は一定に管理することが容易ではなく、常に監視していなければ天候の変化による急上昇は避けられずに発病を招いてしまうが、ビニールハウス等を用いなければ、苗が極端な高温にさらされることがないためである。苗立枯細菌病の被害は、我が国以外では正式な報告はない。

5. 生態

1) *B. glumae*

B. glumae は種子伝染し (後藤・渡辺, 1975)、圃場で感染したもみを播種すると箱育苗において苗腐敗症を発生させる (植松・藤井, 1976a, b; 藤井・植松, 1976)。本細菌は、浸種、催芽、播種、出芽、緑化、ビニールハウス等の中での育苗、という育苗工程の中で、特に催芽、出芽時の 30～32℃前後の温度条件下で急激に増殖し、さらにビニールハウス等の中で高温に遭遇すると苗を激しく発病させる。

無病徴の感染苗を水田に移植しても、出穂期頃までは発病しないで生育することが多い。しかし、病原細菌は株元に定着し、後のもみ枯れ症や葉鞘褐変を起こす原因になる。1980年代に入って、九州地方をはじめ西南暖地でもみ枯細菌病の被害が顕著になったのは、稲作過程に箱育苗という病原細菌にとって菌数増加の好機が入り込んだことと、コシヒカリなど一部の人気品種の保菌した種もみの広範な流通が原因ではないかと推測されている。すなわち、もみ枯れ症が顕在化しないような気候のもとで生産された人気品種の無病徴感染した種もみが広範囲に流通し、それが苗腐敗症が顕在化しない地域で対策が施されないまま箱育苗に用いられて細菌数が増加したために、本田におけるもみ枯れ症の多発につながったのではないかと考えられている。

もみに付着していた *B. glumae* は、浸種、催芽の段階で急増し、気孔や出根の際に生ずる傷口等から苗に侵入し、細胞間隙で増殖して激しい腐敗を起こす (図 14) (Azegami et al., 1988a)。また、開花期にもみの内・外穎の特に下表皮 (内側の表皮) に多く存在する気孔から穎の中へ侵入し、下

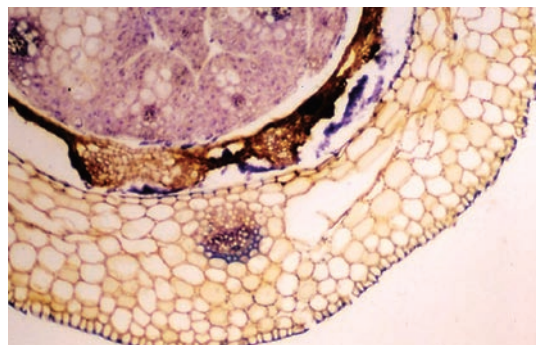


図 14. 苗腐敗症の苗の横断面

第1葉鞘の柔組織は、*B. glumae* (Stoughton) の染色法によって紫色に染まっている) によって溶けて崩壊している。維管束部及び鞘葉は形をとどめている。第2葉鞘は、この標本では感染しておらず、形をとどめている。

表皮内側に2～3層の細胞として広がっている柔組織の細胞間隙中で増殖・定着する(田部井ら, 1989). 開花時にもみ内に1cfu以上侵入すると, もみ枯れ症を起こす(Hikichi et al., 1994). 発光遺伝子で標識した*B. glumae*を用いた実験により, 本細菌はイネ体では特に葍と枯死した組織で良好に増殖すること(畔上, 1996a, b), ダニが伝播することが観察されている(畔上, 1997). 米国, 中南米でもホコリダニ科のダニが*B. glumae*を伝播して被害を大きくしていることが報告されている(Correa et al., 2007).

本細菌は, 1,000mlの農業用水中に1.4cfu存在する*B. glumae*を検出できる小原らの大容量検出法(第6章参照)により, 5～11月に田面水, 農業用水, 河川水, 湖沼水から検出されたが, 12～4月には屋外試料からは検出されなかった(小原ら, 2004). 冬期に屋外では検出限界以下の密度になってしまう点は, *B. plantarii*と異なっている. 発見後半世紀を経た本細菌の生態等に関しては本稿ですべてを紹介することはできないので, さらに興味ある方は他の著作(茂木, 1984a, b, c; 加藤, 1990)を参照されたい.

2) *B. plantarii*

*B. plantarii*の生態には*B. glumae*と類似している点が多い. すなわち, 本細菌も種子伝染し, 箱育苗において苗立枯細菌病を*B. glumae*と同様な条件下で発生させる(畔上, 1994). また, 本細菌の苗(図15)や開花期のもみ(図16)への侵入様式や増殖部位も*B.*

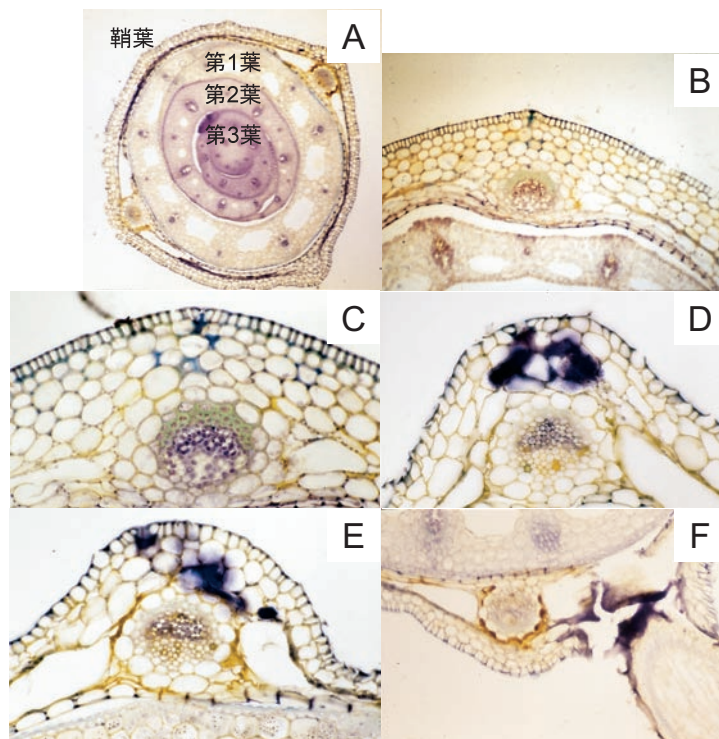


図15. 苗立枯細菌病罹病苗の横断面

A: 鞘葉の空隙部, 柔組織細胞間隙に紫色に染まった*B. plantarii*がみられる. B～E: 鞘葉の気孔から侵入して柔組織の細胞間隙で増殖している*B. plantarii* (青または紫色に染まっている). F: 出根時に形成された裂傷部から細胞間隙に侵入した*B. plantarii*.

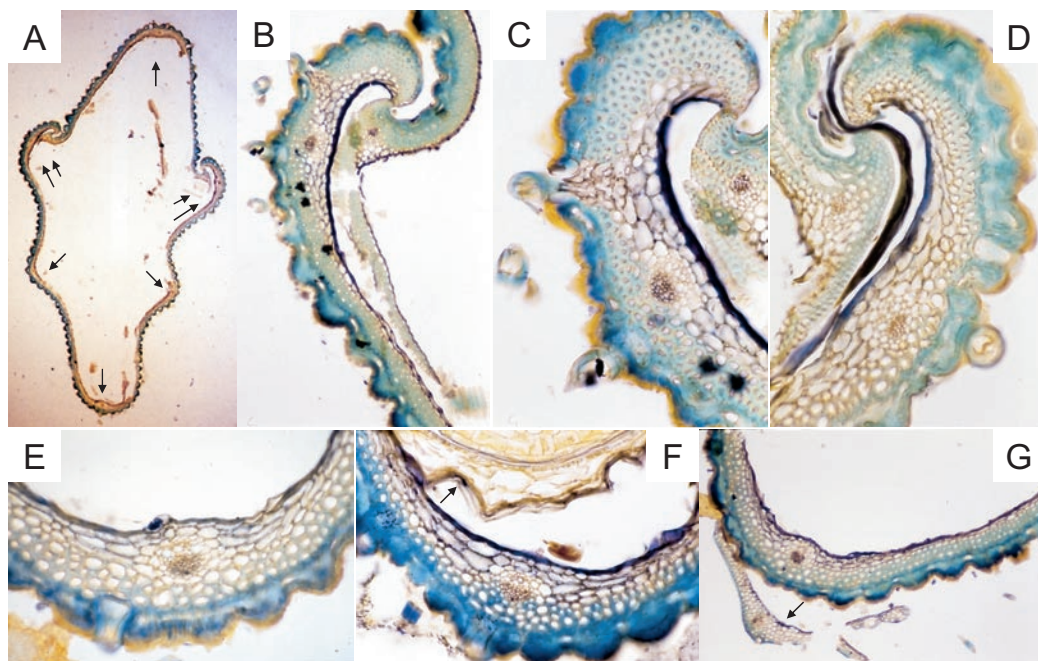


図16. 開花時に*B. plantarii*を接種したもみの横断面

A: 内穎には3本, 外穎には5本の維管束が走っており(矢印), その近くの特に下表皮(内側の表皮)には気孔が多く存在している. B～G: *B. plantarii* (紫色)は, 気孔から穎そのものの中へ侵入し, 下表皮内側に1～3層の細胞として広がっている柔組織の細胞間隙中で増殖・定着する. 特に内外穎鉤合部付近の外穎の下表皮の内側に多くみられる. 厚壁化した上表皮および表皮下繊維細胞間にはみられなかった. B, Cでは上表皮にも気孔がみられ, Dでは花糸にも*B. plantarii*がみられる. *B. plantarii*は下表皮上の気孔(E), 玄米上(F矢印), 護穎内(G矢印)にもみられる.

glumae と同様である (Azegami et al., 1988a, b).

本細菌は、コウヤワラビ、ヘビイチゴ、ゲンノショウコ、キツネノボタン、チガヤ、エノコログサ、ススキ、アシなどの畦畔雑草からも分離されている (田中ら, 1992; 宮川・佐藤, 1997; 佐藤・松田, 1998). また、茎が褐色水浸状になり、その病斑の中央部が壊死したトウモロコシ (図 17) から分離されている (畔上ら, 1993). 分離菌は接種によってトウモロコシに同様な症状を起こしたが、圃場において大きな被害を与えているかどうかは明らかでない. また、本細菌は、宮川・佐藤 (1997) の大容量検出法 (第 6 章参照) により、池の周辺に自生する多年生イネ科雑草 (ススキ、アシ、ドジョウツナギ、メリケンカルカヤ、シバ)、カヤツリグサ科雑草 (ホタルイなど) の根部や、ため池の水、上流に水田のない人里離れた山林中の池などからも分離された (宮川・佐藤, 1997; 宮川, 2000). 本細菌は冬期にも検出された (宮川, 2000). また、本細菌は北海道から沖縄にかけて離島も含め、全国各地の農業用水に普遍的に分布しているようである (宮川・井上, 2001). さらに本細菌は、畦畔の無病徴のヌマガヤから多数検出されること、水中に放出されると 30℃ では概ね 4~5 日間で死滅すること、降雨下で水面から少なくとも 30cm の高さまで飛散し、降雨に加えて風速 3~5m/ 秒の風があると保菌雑草の風下では 60cm の高さでも検出されることが確認されている (Miyagawa and Inoue, 2002; 宮川・井上, 2002). 本細菌の生態に関しては、他の著作 (北海道立中央農試・上川農試, 1996; 田中, 2005) も参照されたい.



図 17. *B. plantarii* が分離されたトウモロコシ

茎に形成された褐色水浸状の壊死病斑から *B. plantarii* が多数分離された. その菌液を茎に注射接種すると原病徴が再現された.

6. 分離・検出

1) 一般培地

B. glumae や *B. plantarii* の分離培養には次の培地が広く使われている.

(1) PPGA 培地 (西山, 1978): ペプトン 5g, グルコース 5g, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 3g, KH_2PO_4 0.5g, NaCl 3g, 寒天 18g, ジャガイモ 200g の煎汁 1 リットル. pH は中性域に収まる. オートクレーブは 121℃, 20 分 (以下いずれの培地も同様).

ジャガイモ煎汁は、次のようにして作製する. よく洗って皮剥きした 200g のジャガイモを 1cm 立方程度の大きさの賽の目に切り、1 リットルの蒸留水を加えて火にかけ、沸騰したら噴きこぼれないよう弱火にして、竹串が容易に刺さるが煮崩れしない程度まで煮る. その煮汁をさらしで濾したものに蒸留水を加えて 1 リットルにメスアップする.

(2) PSA 培地 (脇本, 1955): ペプトン 5g, スクロース 20g, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 2g, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 0.5g, 寒天 18g, ジャガイモ 300g の煎汁 1 リットル, pH6.8. なお、本培地は糸状菌用の PSA 培地とは異なる.

(3) KB 培地 (King B 培地) (King et al., 1954): ペプトン 20g, K_2HPO_4 1.5g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 1.5g, グリセリン 10g, 寒天 18g, 蒸留水 1 リットル, pH7.2.

(4) LB 培地 (Luria-Bertani 培地) (Sambrook et al., 1989): バクト・トリプトン 10g, バクト・酵母エキス 5g, NaCl 10g, 蒸留水 1 リットル, pH7.0.

(5) 普通寒天培地 (NA 培地): 肉エキス 10g, ペプトン 10g, NaCl 1.5g, 寒天 20g, 蒸留水 1 リットル, pH7.2. 本平板培地上では、*B. glumae* は通常の大さのコロニーのほかに、一回り小さなコロニーを生じやすい.

2) *B. glumae* の検出

(1) 選択培地 S-PG (對馬ら, 1986) : KH_2PO_4 1.3g, Na_2HPO_4 1.2g, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 5.0g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.25g, $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 24mg, EDTA-Fe 10mg, L-シスチン 10 μg , ソルビット 10g, フェネチシリンカリウム 50mg, アンピシリンソーダ 10mg, セトリマイド 10mg, メチルバイオレット 1mg, フェノールレッド 20mg, 寒天 15g, 蒸留水 1 リットル.

(2) 選択培地 CCNT (Kawaradani et al., 2000) : 酵母エキス 2g, ペプトン 1g, イノシトール 4g, セトリマイド 10mg, クロラムフェニコール 10mg, ノボビオシン 1mg, クロロタロニル 100mg, 寒天 18g, 蒸留水 1 リットル, pH4.8.

(3) 識別培地 (松田ら, 1988 ; 松田, 1990) : ペプトン 5g, グルコース 5g, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1g, 寒天 20g, 200g ジャガイモ煎汁 1 リットル, pH6.8. *B. glumae* と *B. gladioli* はシュウ酸を生産するので, 本培地で培養するとシュウ酸カルシウムの結晶がコロニー周辺に白濁したように析出する. 実体顕微鏡で観察すると, 白濁が培地中, コロニー内部あるいは表面に析出した顆粒状の無色の結晶からなることが分かる (図 18A). 顕微鏡で観察すると, 結晶は棒状あるいは正八面体をしている (図 18B). 本培地は *B. glumae* と *B. gladioli* を他の細菌から識別するのに有効である.

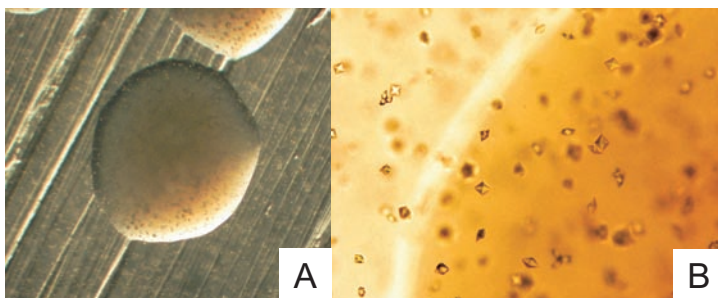


図 18. *B. glumae* の周囲に析出したシュウ酸カルシウムの結晶

A : シュウ酸カルシウムの結晶は, 実体顕微鏡で観察すると, 微小なグラニュー糖を散らしたようにみえる (コロニーの直径は 2mm 強). B : 顕微鏡で観察すると, それらが棒状や正八面体であることがわかる.

(4) 大容量検出法 (小原ら, 2004) : 病原細菌の検出は, 病気が発生している場合には容易であるが, いったん治まると菌数が激減し, いくら高感度な手法を用いてもきわめて困難になる. 大容量検体中におけるわずかな病原細菌を検出するためには, 検体を濃縮するための前処理方法を工夫し, それと高感度検出法を組み合わせる必要がある. そこで, 宮川 (2000) の方法を参考に, メンブレンフィルターろ過濃縮と増菌培養とを検出手法と組み合わせることによって大容量検体中のわずかな *B. glumae* を検出するための方法が考案された (小原ら, 2004). すなわち, 1,000ml の被検水, あるいは, もみ 10,000 粒を 300ml 滅菌水に浸して超音波処理した洗浄液を, 孔径 5 μm のフィルターで第一ろ過して夾雑物を除去した後, ろ液をさらに 0.45 μm のフィルターで第二ろ過して細菌を濃縮・トラップし, そのフィルターを液体の選択培地中に入れて増菌させた上で PCR を行う, あるいは平板選択培地上にフィルターを置床してコロニーを形成させてから免疫染色を行って検出する, という手法である. 本法によれば, 1,000ml の農業用水中に *B. glumae* が 1.4 cfu しか存在していない場合でも, あるいは, 非汚染もみ 10,000 粒中に汚染もみが 1 粒しか存在しない場合でも検出できる.

3) *B. plantarii* の検出

(1) 半選択培地 TR1 (畔上ら, 1986 ; 畔上, 1994) : PPGA 培地に 100 または 120ppm のトロポロンを加用した培地である. 本培地は, *B. plantarii* が生産するトロポロンが抗菌活性を示し, 自らはそれに耐性であることから考案されたものである.

なお, トロポロンの添加はオートクレーブ後の溶けた PPGA 培地 500ml に対して直接 50 または 60mg 投入する方法で行える. その際, 融点が 51 ~ 52 $^{\circ}\text{C}$ と低いため, キャップを外した直後の培地ボトルに加えようとすると湯気にあたって溶けて薬包紙に付着してしまうことがあるので, 30 秒間ほど湯気を飛ばしてから薬耳を利用して一気に投入する. トロポロンは溶解度が高いので, ボトルを振るとすぐに溶け, 培地はわずかに赤味を帯びる.

(2) 識別培地 AFG (畔上, 1986 ; 畔上ら, 1986 ; 畔上, 1994) : Ayers らの基礎培地 ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 1g, KCl 0.2g,

MgSO₄・7H₂O 0.2g, 寒天 18～20g, 蒸留水 1 リットル, pH7) (Ayers et al., 1919) に, 鉄が 100ppm となるように FeSO₄・7H₂O または FeCl₃, およびグルコース 1% を加用し, pH6.8-7.0 に調整した培地である. *B. plantarii* はトロポロンを生産し, それが培地中の鉄と錯塩を形成し, 水に難溶性の赤褐色のトロポロン第二鉄錯塩結晶を析出する (図 19) ので, 他の細菌と容易に識別可能である. なお, 河川水中のマコモの茎, あるいは水田のイネ根圏土壌から分離された *Burkholderia* 属菌 (種は未同定) の中に, 本培地上でコロニー表面に赤味を帯びた小さな結晶を析出する株があるが (畔上, 未発表), 形は微小な金箔に類似しており, 還元銅のような色調を示すこと, コロニー表面にはしわが多いことなどの相違点があるため, 両者は判別可能である.

トロポロンは次のようにして検出することも可能である. Ayers 基礎培地に, グルコース 1% を加用した液体培地 (pH7.0) (3～5ml で十分) を作成し, そこに微量の被検菌を移植して 28～30℃ で 3 日間振とう培養する. 培養液に等量の酢酸エチルを加え, 酢酸エチル抽出相を紫外分光分析すると, トロポロンが生産されていれば 251, 320, 353, 370nm 付近に吸収ピークを持つ曲線が得られる (図 20). 生産量が多い場合, 抽出液を酢酸エチルで 4 倍に希釈して分析する. あるいは, 紫外分光分析する代わりに, 培養液に微量の FeSO₄・7H₂O または FeCl₃ などの鉄を添加すると, すぐに赤褐色の沈殿が生ずることも検出可能である.

(3) 選択液体培地 TA (加藤ら, 1990, 1993) : Ayers 基礎培地にグルコース 1% とトロポロン 20ppm を加用した液体培地である. この中に, 種もみや発病苗などの検体の一部を入れて 2 日間振とう培養すると, トロポロンが微生物の増殖を抑制するが, *B. plantarii* が存在していれば良好に増殖し, そのことがトロポロン濃度の上昇として分光光度計によって観察される.

(4) 大容量検出法 (宮川・佐藤, 1997 ; 宮川, 2000) : メンブレンフィルターろ過濃縮と抗生物質 (シクロヘキシミド 25ppm, フェネチシリンカリウム 50ppm, アンピシリン 10ppm) を添加した AFG 培地を組み合わせた検出法である. すなわち, 被検水 100ml を孔径 5μm のフィルターで第一次ろ過して夾雑物を除去した後, ろ液を 0.45μm のフィルターで第二次ろ過して細菌を濃縮・トラップし, そのフィルターをこの平板培地上に置床して 30℃ で 3～4 日間培養してトロポロン第二鉄錯塩結晶の析出をみる. 100ml の水から *B. plantarii* を検出する方法が開発されたことによって, 本細菌が北海道から沖縄まで全国各地に広く分布していることが明らかにされた (宮川・井上, 2001). また, 関東地方において 2 月末にこの方法で検出を試みたところ, 7 サンプルのうち水辺雑草周囲の水, 上流に水田のないため池の水など 5 サンプルから本細菌を検出することができた (畔上, 未発表).

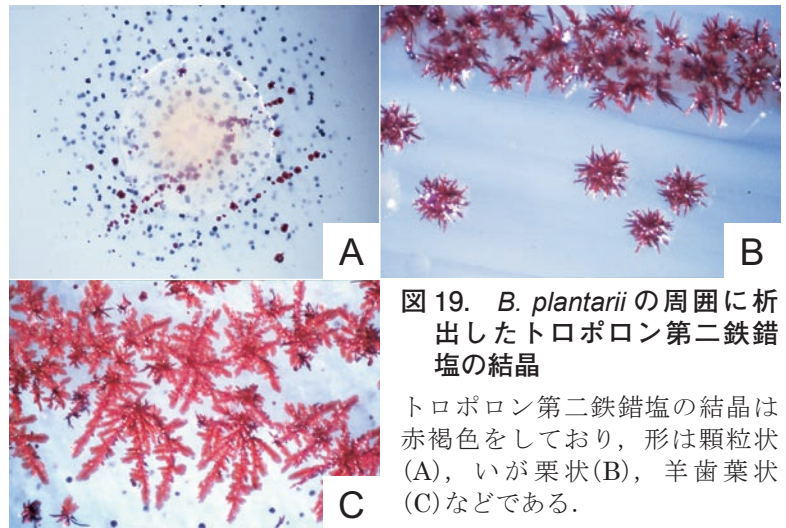


図 19. *B. plantarii* の周囲に析出したトロポロン第二鉄錯塩の結晶

トロポロン第二鉄錯塩の結晶は赤褐色をしており, 形は顆粒状 (A), いが栗状 (B), 羊歯葉状 (C) などである.

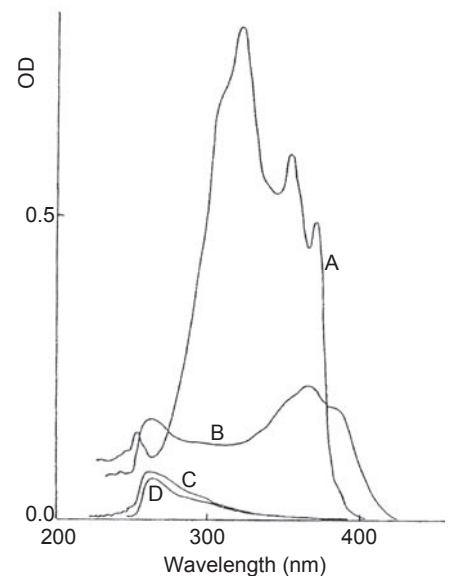


図 20. トロポロンの紫外吸収曲線

B. plantarii 培養液の酢酸エチル抽出液 (A) を紫外分光分析すると, トロポロンを生産しているのが特徴のある吸収曲線が得られる. その他の細菌培養液の抽出液 (B, C, D) では, そのような曲線は得られない.

7. 接種・保存法

1) 接種方法

B. glumae および *B. plantarii* のイネの穂あるいは幼苗に対する病原性の有無は、次のようにして調査する²⁾。一般培地を用いて 25～28℃で 2, 3 日間培養した菌苔を掻き取って滅菌水に懸濁し、接種菌液を調製する。接種菌液濃度は $10^7 \sim 10^8$ cfu/ml 程度とする。

接種菌液の濃度は、直径 18mm の試験管で 10 倍段階希釈液を調製したときに、白濁が認識できる段階が約 10^7 cfu/ml、できなくなった段階が約 10^6 cfu/ml、とみなすことができる。ただし、接種に供した菌液の濃度を正確に確認しておきたい場合には、希釈菌液を平板培地上に塗抹・培養して、コロニー数を計測する。あるいは、予め菌液の吸光度と生育コロニー数との関係を表す検量線を作成しておき、吸光度を目安にして調製・記録することも可能である。

(1) 穂に対する病原性：イネをワグネルポットなどで栽培し、出穂後の穂に上記菌液を噴霧接種する。接種菌量は、イネ体に水滴がにじむ程度で十分である。接種後のイネは 28℃程度の温室内に置き、2, 3 週間後に発病調査する。温室内に置く前に、1 日湿室に入ればより顕著な発病がみられる。あるいは、穂ばらみ期に *B. glumae* の菌液を約 1ml 葉鞘内注射すると、激しい病徴が現れ、葉鞘は褐変・枯死し、穂は出すくみ、葉鞘の内側でほとんどのもみが白化・不稔となる。

(2) 苗に対する病原性：*B. glumae* および *B. plantarii* は種子伝染し、28～32℃の温度を与えられる催芽段階以降に菌数が急増してイネ苗に病気を起こすので、病原性を調べるためには、浸種、催芽、出芽のいずれの段階で接種を行ってもよい。ただし、確実に発病させるためには、催芽以降も高温に保つ必要がある。

接種は、「汚染もみ作製・播種」、「健全もみの菌液への浸漬」、「育苗土への菌液の灌注」など、いずれの方法で行ってもよい。人工汚染もみは、圃場で開花期に噴霧接種して収穫するか、あるいは収穫した健全もみを菌液に浸漬してアスピレータ等を用いて減圧し（菌液をもみ内部まで浸透させ、より自然汚染もみに近いものを作成することを期待した操作）、1 時間放置した後、風乾することによって作製する。

薬効試験では、100% 汚染もみを使用すると発病が激しすぎて試験にならないので、現場での発生程度の再現を目指して、人工汚染もみを健全もみに 10%（もみ枯細菌病菌）、あるいは 1～2%（苗立枯細菌病菌）程度混入したものを種もみとして用いる。ただし、発病は温室内であっても天候の影響を受けるため、現場での発生程度を再現することは必ずしも容易ではない。

発病調査は、病原性の確認のためならば播種 1 週間後でも可能である。発病度を調べるならば、2, 3 週間後に行う。

2) 保存方法

B. glumae および *B. plantarii* は、スキムミルク分散媒(1% グルタミン酸ナトリウム加用 10% スキムミルク)（山里一英, 1977）を用いて凍結保存、凍結乾燥保存が可能である。凍結保存のための分散媒は小さなバイアルびんに 2～2.5ml ずつ分注し（それ以上多いと、凍結の際にバイアルびんが破損する）、ミルクが変性しないように 115℃ 15 分でオートクレーブした後、翌日に再度 115℃ 15 分の滅菌を行う。一般培地の斜面培地上で培養した菌苔を全部掻き取って、バイアルびん中の分散媒に均一に懸濁し、-30℃以下で凍結すれば、少なくとも 10 年間は保存可能である。

8. おわりに

B. glumae や *B. plantarii* が新種記載されてから、それぞれ約半世紀および四半世紀近くが経過した。この間、それらはおもに農業上の必要性から、生理・生態学的研究、検出・識別法開発、薬剤防除法・生物防除法開発などに用いられ、様々な知見が蓄積されてきた。また一方では、分類学的な検討もなされてきた。そして、本稿では触れなかったがプール育苗などの防除法が開発されたり、防除薬剤の登録がなされ、それらに基づいて適切な予防的措置がとられさえすれば被害が軽減できる状態に至ったことは喜ばしい。

2 ここに載せたものは一例にすぎない。農薬登録のための薬効試験の際には、社団法人日本植物防疫協会「新農薬実用化試験の手引き」<http://www.jpnpn.ne.jp/jpp/data/tebiki1.pdf> を参照。

従来、それらの家畜やヒトへの感染性は報告されていなかった。幸いにも、農家や研究者の中に、それらによって健康被害を受けたという報告はない。しかし、最近 *B. glumae* が幼児の肺の壊死部から分離され (Weinberg et al., 2007), また近縁の *B. gladioli* にはヒトに感染する系統があることが報告された (Graves et al., 1997; Bauernfeind et al., 1998)。また、トキソフラビンや bongkrek acid などの毒素を生産する *P. cocovenenans* が種のレベルでは *B. gladioli* の枠組みに入ること (Daves Jr. et al., 1961; Coenye et al., 1995), *B. glumae* もトキソフラビンを生産すること (佐藤ら, 1989) が報告されている。したがって, *Burkholderia* 属菌を扱う際には、そのような危険の可能性を考慮しながら慎重に実験を行い、実験終了後は汚染した器具や材料を確実に滅菌処理する必要がある。

近年, *B. glumae* および *B. plantarii* がクォーラムセンシング, 酵素, 2 次代謝産物の研究などにも用いられるようになってきた。*B. glumae* に関しては、トキソフラビンの生合成遺伝子や酵素について明らかにされ (Suzuki et al., 1998a, b; Yoneyama et al., 1998), ゲノムの全塩基配列も決定されたところである (Lim et al., 2009)。一方, *B. plantarii* に関してはトロポロン生合成遺伝子やゲノムの全塩基配列に関する報告はまだないが、今後の研究の進展に期待したい。

B. glumae は各菌株間で細菌学的性質が *B. gladioli* より均一であり、また冬期に屋外から検出する試みは未だ成功していない。一方、これに近縁な *B. gladioli* はより多様であり、土壌中や様々な植物周辺の環境に適応して生息している。*B. glumae* は *B. gladioli* から派生し、よりイネに特化し、植物を離れるとひ弱で、稲作に大きく依存して生存してきた種であると推測している。一方, *B. plantarii* は箱育苗によって顕在化したか、もともと水辺の植物周辺に広く生息していたと考えられる。日本では全国各地に広く分布しており、ルイジアナ州でも分離されていることから、根圏土壌に広く生息している *B. gladioli* や *B. cepacia* と同様に, *B. plantarii* は世界中に分布している環境常在菌ではないかと推測している。

現在は漠としたこのような推測も、今日の研究の急速な進展をみていると、裏付けられる日が遠くないという思いが湧いてくる。これらの病原細菌が興味深い知見をもたらしてくれること、そしてより環境負荷・労働負荷の少ない防除法が開発され、これらが引き起こす病害が「易防除病害」となることを願っている。

本稿における図の一部は、独立行政法人農業環境技術研究所の許諾を頂いて、畔上 (1994) 農環研報 11:1-80 に掲載されているものを使用している。記して深く御礼申し上げる。

9. 引用文献

- Ayers, S.H., P. Rupp, and W.T. Johnson (1919) A study of the alkali-forming bacteria in milk. Bull. US. Dep. Agric. 782: 1-38.
- 畔上耕児・西山幸司・渡辺康正 (1983) イネ苗立枯症を起こす *Pseudomonas* 属菌 (講要). 日植病報 49: 411.
- Azegami, K., K. Nishiyama, Y. Watanabe, T. Suzuki, M. Yoshida, K. Nose and S. Toda (1985) Tropolone as a root-growth inhibitor produced by a plant pathogenic *Pseudomonas* sp. causing seedling blight of rice. Ann. Phytopath. Soc. Japan 51: 315-317.
- 畔上耕児・西山幸司・渡辺康正 (1986) イネ苗立枯細菌病菌の分類と検出・同定法 (講要). 日植病報 52: 91.
- 畔上耕児 (1986) イネ苗立枯細菌病とその病原細菌の分類・同定に関する研究. 日植病報 52: 382.
- Azegami, K., K. Nishiyama, Y. Watanabe, I. Kadota, A. Ohuchi and C. Fukazawa (1987) *Pseudomonas plantarii*, sp. nov., the causal agent of rice seedling blight. Int. J. Syst. Bacteriol. 37: 144-152.
- Azegami, K., K. Nishiyama and H. Tabei (1988a) Infection courts of rice seedlings with *Pseudomonas plantarii* and *Pseudomonas glumae*. Ann. Phytopath. Soc. Japan 54: 337-341.
- Azegami, K., H. Tabei and T. Fukuda (1988b) Entrance into rice grains of *Pseudomonas plantarii*, the causal agent of seedling blight of rice. Ann. Phytopath. Soc. Japan 54: 633-636.
- Azegami, K., K. Nishiyama and H. Kato (1988c) Effect of iron limitation on "*Pseudomonas plantarii*" growth and tropolone and protein production. Appl. Environ. Microbiol. 54: 844-847.
- 畔上耕児 (1992) イネ葉鞘腐敗部から分離された

- Pseudomonas*属菌の病原性と同定 (講要). 日植病報58: 155-156.
- 畔上耕児・田村逸美・海野俊彦・木下誠一郎・長友文彦・小板橋基夫・岩野正敬 (1993) 宮崎, 熊本両県のイネとトウモロコシの褐変部から分離された4種の病原細菌 (講要). 日植病報59: 49-50.
- 畔上耕児 (1994) イネ苗立枯細菌病に関する研究. 農環研報11: 1-80.
- 畔上耕児 (1996a) *Vibrio fischeri*の発光遺伝子を導入した*Burkholderia glumae*と*B. plantarii*のイネ体における発光 (講要). 日植病報62: 306.
- 畔上耕児 (1996b) *Burkholderia glumae* および *B. plantarii*のイネ体における増殖 (講要). 日植病報62: 640-641.
- 畔上耕児 (1997) *Burkholderia glumae* および *B. plantarii* のイネもみ感染に至るまでの挙動 (講要). 日植病報63: 254.
- Azegami, K. (2001) *Burkholderia* spp. associated with rice. Int. Rice Res. Inst. Limited Proceedings No.6: 19-24. in "Seed health and seed-associated microorganisms for rice disease management (Mew, T. W. and B. Cottyn eds)", Los Baños, Philippines.
- Bauernfeind, A., I. Schneider, R. Jungwirth and C. Roller (1998) Discrimination of *Burkholderia gladioli* from other *Burkholderia* species detectable in cystic fibrosis patients by PCR. J. Clin. Microbiol. 36: 2748-2751.
- Correa, F., G. Prado, E. Mejia, G. Aricapa, P. Fory, I. Camargo, N. Oviedo and L. Narvaez (2007) Identification of bacterial pathogens associated to the mite-fungus-bacterium disease complex. CIAT Annual Report 2007, SBA-4:Rice: 106-118.
- Coenye, T., B. Holmes, K. Kersters, J.R.W. Govan and P. Vandamme (1995) *Burkholderia cocovenenans* (van Damme et al. 1960) Gillis et al. 1995 and *Burkholderia vandii* Urakami et al. 1994 are junior synonyms of *Burkholderia gladioli* (Severini 1913) Yabuuchi et al. 1993 and *Burkholderia plantarii* (Azegami et al. 1987) Urakami et al. 1994, respectively. Int. J. Syst. Bacteriol. 49: 37-42.
- Daves Jr., G.D., R.K. Robins and C.C. Cheng (1961) The total synthesis of toxoflavin. J. Am. Chem. Soc. 83: 3904-3905.
- 藤井 溥・植松 勉 (1976) イネ育苗箱に発生するもみ枯細菌病菌による苗腐敗症. 植物防疫30: 13-16.
- Garritty, G.M., J.A. Bell and T. Lilburn (2005) Class II. *Betaproteobacteria* class. nov. in "Bergey's manual of systematic bacteriology 2nd ed, Vol.2 The *Proteobacteria* Part C The *Alpha*-, *Beta*-, *Delta*-, and *Epsilon*- *proteobacteria* (Brenner, D. J., N. R. Krieg and J. T. Staley eds. Springer, New York)"
- 後藤和夫・大畑貫一 (1956) 稲の新しい細菌病 (褐条病及び粉枯性細菌病) (講要). 日植病報21:46.
- 後藤孝雄・渡辺文吉郎 (1975) イネ粉枯細菌病の種子伝染について (講要). 日植病報41: 278.
- 後藤孝雄・西山幸司・大畑貫一 (1987) イネにもみ枯症状を起こす細菌. 日植病報53: 141-149.
- Graves, M., T. Robin, A.M. Chipman, J. Wong, S. Khashe and J.M. Janda (1997) Four additional cases of *Burkholderia gladioli* infection with microbiological correlates and review. Clin. Infect. Dis. 25: 838-842.
- 長谷川優・畔上耕児・篠原弘亮 (2008) *Burkholderia glumae*による移植後イネ株の腐敗 (講要). 日植病報74: 266.
- Hikichi, Y., T. Okuno and I. Furusawa (1994) Susceptibility of rice spikelets to infection with *Pseudomonas glumae* and its population dynamics. J. Pesticide Sci. 19: 11-17.
- 北海道立中央農業試験場稲作部栽培第二課・上川農業試験場研究部病虫課 (1996) 水稻の育苗期における細菌病の防除対策47pp.
- 井口慶三 (1992) イネ苗立枯細菌病罹病苗の本田における生育と菌密度. 今月の農業36(2): 23-26.
- Jiao, Z., Y. Kawamura, N. Mishima, R. Yang, N. Li, X. Liu and T. Ezaki (2003) Need to differentiate lethal toxin-producing strains of *Burkholderia gladioli*, which cause severe food poisoning: Description of *B. gladioli* pathovar *cocovenenans* and an emended description of *B. gladioli*. Microbiol. Immunol. 47: 915-925.
- 加藤 肇監修 (1990) イネもみ枯細菌病一発生と防除対策-180pp. 住友化学工業株式会社企画・制作.
- 加藤智弘・藤田靖久・佐久間比路子 (1990) イネ苗立枯細菌病保菌種子のトロポロンを利用した診断法. 北日本病虫研報41: 47-49.
- 加藤智弘・田中 孝・藤田靖久 (1993) トロポロンを利用したイネ苗立枯細菌病発病苗の迅速診断法 (講要). 日植病報59: 61.
- Kawaradani, M., K. Okada and S. Kusakari (2000) New selective medium for isolation of *Burkholderia glumae* from rice seeds. J. Gen. Plant Pathol. 66: 234-237.

- King, E.O., M.K. Ward and D.E. Raney (1954) Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluorescein. *J. Lab. Clin. Med.* 44: 301-307.
- 久原重松・田部井英夫・佐藤 徹・後藤孝雄 (1967) イネもみ枯細菌病の発生と葉鞘褐変との関係について (予報) (講要). *日植病報* 33: 323.
- 栗田年代・田部井英夫 (1967) イネもみ枯細菌病の病原細菌について (講要). *日植病報* 33: 111.
- Lim, J.Y., T.-H. Lee, B. H. Nahm, Y. D. Choi, M. Kim and I. Hwang (2009) Complete Genome Sequence of *Burkholderia glumae* BGR1. *J. Bacteriol.* 191: 3758-3759.
- Lindberg, G.D., J.M. Larkin and H.A. Whaley (1980) Production of tropolone by a *Pseudomonas*. *J. Natl. Prod.* 43: 592-594.
- Lindberg, G.D. (1981) An antibiotic lethal to fungi. *Plant Dis.* 65: 680-683.
- Maeda, Y., H. Shinohara, A. Kiba, K. Ohnishi, N. Furuya, Y. Kawamura, T. Ezaki, P.A.R. Vandamme, S. Tsushima and Y. Hikichi (2006) Phylogenetic study and multiplex PCR based detection of *Burkholderia plantarii*, *Burkholderia glumae* and *Burkholderia gladioli* using *gyrB* and *rpoD* sequences. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 56: 1031-1038.
- 松田 泉・小磯邦子・岩崎成夫・佐藤善司 (1988) イネもみ枯病細菌のコロニー中に形成される結晶 (講要). *日植病報* 54: 120.
- 松田 泉 (1990) イネもみ枯細菌病菌 (*Pseudomonas glumae*) の迅速検出方法. *植物防疫* 44: 461-464.
- 松山宣明 (2008) 改良型迅速抽出-TLC法による植物病原細菌の簡易同定. *微生物遺伝資源利用マニュアル* No.24: 1-10.
- Mitchell, R.E. and K.L. Teh (2005) Antibacterial iminopyrrolidines from *Burkholderia plantarii*, a bacterial pathogen of rice. *Org. Biomol. Chem.* 3: 3540-3543.
- Mitchell, R.E., D.R. Greenwood and V. Sarojini (2008) An antibacterial pyrazole derivative from *Burkholderia glumae*, a bacterial pathogen of rice. *Phytochemistry* 69: 2704-2707.
- 宮川久義・佐藤清之 (1997) イネ苗立枯細菌病の伝染源に関する一考察 (講要). *日植病報* 63: 515-516.
- Miyagawa, H., K. Ozaki and T. Kimura (1988) Pathogenicity of *Pseudomonas glumae* and *P. plantarii* to the ears and leaves of gramineous plants. *Bull. Chugoku Natl. Agric. Exp. Stn.* 3: 31-43.
- 宮川久義 (2000) イネ苗立枯細菌病菌のため池水からの検出と水際雑草での越冬. *日植病報* 66: 214-222.
- 宮川久義・井上博喜 (2001) イネ苗立枯細菌病菌の国内における分布について (講要). *日植病報* 67: 207.
- Miyagawa, H. and H. Inoue (2002). Alternative route of infection for bacterial seedling blight of rice caused by *Burkholderia plantarii*. *J. Gen. Plant Pathol.* 68: 356-362.
- 宮川久義・井上博喜 (2002) イネ苗立枯細菌病菌を保菌する畦畔雑草から水稻種子への感染経路. 平成14年度 近畿中国四国農業研究成果情報.
- 茂木静夫 (1984a, b, c) イネもみ枯細菌病の発生生態と防除 [1], [2], [3]. *農及園.* 59: 679-682, 782-788, 899-903.
- 西山幸司 (1978) 植物病原細菌簡易同定法の試案. *植物防疫* 32: 283-288.
- 小原達二・澤田宏之・畔上耕児 (2004) メンブランフィルターを利用した増菌PCR法による農業環境からのイネもみ枯細菌病菌の検出. *日植病報* 70: 115-122.
- Nandakumar, R., M.C. Rush and F. Correa (2007) Association of *Burkholderia glumae* and *B. gladioli* with panicle blight symptoms on rice in Panama. *Plant Dis.* 91: 767.
- Palleroni, N. J., R. Kunisawa, R. Contopoulou and M. Doudoroff (1973) Nucleic acid homologies in the genus *Pseudomonas*. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 23: 333-339.
- Sambrook, J., E.F. Fritsch and T. Maniatis (1989) *Molecular cloning. A laboratory manual* 2nd ed. No.3. Cold Spring Harbor Laboratory Press. New York.
- 佐藤善司・小磯邦子・岩崎成夫・松田 泉・白田 昭 (1989) イネもみ枯細菌病菌の産生する毒素. *日植病報* 55: 353-356.
- 佐藤陽子・松田 泉 (1998) イネ科雑草からのイネ苗立枯細菌病菌の分離. *北陸病虫研報* 46: 49-52.
- 澤田宏之 (2008) 植物病原細菌の同定・判別手法. *植物防疫* 62: 217-222.
- Sayler, R. J., R.D. Cartwright and Y. Yang (2006) Genetic characterization and real-time PCR detection of *Burkholderia glumae*, a newly emerging bacterial pathogen of rice in the United States. *Plant Dis.* 90: 603-610.
- 関 正男 (1959) 稲稈粘性細菌病に関する研究. *佐賀農試研報* 2: 131-147.

- Shahjahan, A.K., M.C. Rush, D. Groth and C. Clark (2000) Panicle blight - Recent research points to a bacterial cause. *Rice J.* 103(4): 26-28.
- Suzuki, F., Y. Zhu, H. Sawada and I. Matsuda (1998a) Identification of proteins involved in toxin production by *Pseudomonas glumae*. *Ann. Phytopath. Soc. Jpn.* 64: 75-79.
- Suzuki, F., H. Sawada and I. Matsuda (1998b) Molecular characterization of toxoflavin biosynthesis-related gene in *Pseudomonas (Burkholderia) glumae*. *Ann. Phytopath. Soc. Jpn.* 64: 276-281.
- Suzuki, F., H. Sawada, K. Azegami and K. Tsuchiya (2004) Molecular characterization of the tox operon involved in toxoflavin biosynthesis of *Burkholderia glumae*. *J. Gen. Plant Pathol.* 70: 97-107.
- 田部井英夫・畔上耕児・福田徳治・後藤孝雄 (1989) イネもみ枯細菌病菌の初における気孔侵入. *日植病報* 55: 224-228.
- 竹内 徹・田村 修 (1992) 北海道におけるイネ苗立枯細菌病の発生. *北海道立農試集報* 64: 35-42.
- Takeuchi, T., H. Sawada, F. Suzuki and I. Matsuda (1997) Specific detection of *Burkholderia plantarii* and *B. glumae* by PCR using primers selected from the 16S-23S rDNA spacer regions. *Ann. Phytopath. Soc. Jpn.* 63: 455-462.
- 田中 孝・加藤智弘・藤田靖久 (1992) *Pseudomonas plantarii*の水田周辺雑草からの分離 (講要). *日植病報* 58: 596-597.
- 田中 孝 (2005) 山形県におけるイネ苗立枯細菌病の発生生態と防除に関する研究. *山形農事特研報* 27: 1-54.
- Trust, T.J. (1975) Antibacterial activity of tropolone. *Antimicrob. Agents Chemother.* 7: 500-506.
- 對馬誠也・脇本 哲・茂木静夫 (1986) イネもみ枯細菌病菌検出のための選択培地. *日植病報* 52: 253-259.
- 植松 勉・吉村大三郎・西山幸司・茨木忠雄・藤井 溥 (1976a) イネもみ枯細菌病菌による育苗箱の幼苗腐敗症の発生. *日植病報* 42: 310-312.
- 植松 勉・吉村大三郎・西山幸司・茨木忠雄・藤井 溥 (1976b) 育苗箱のイネ幼苗に腐敗をおこす細菌について. *日植病報* 42: 464-471.
- 浦 広幸・飯山和弘・古屋成人・松山宣明 (1996) イネ葉鞘および穂の褐変病斑部より分離された細菌の性状 (講要). *日植病報* 62: 640.
- Ura, H., N. Furuya, K. Iiyama, M. Hidaka, K. Tsuchiya and N. Matsuyama (2006) *Burkholderia gladioli* associated with symptoms of bacterial grain rot and leaf-sheath browning of rice plants, *J. Gen. Plant Pathol* 72: 98-103.
- Urakami, T., C. Ito-Yoshida, H. Araki, T. Kijima, K. Suzuki and K. Komagata (1994) Transfer of *Pseudomonas plantarii* and *Pseudomonas glumae* to *Burkholderia* as *Burkholderia* spp. and description of *Burkholderia vandii* sp. nov. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 44: 235-245.
- 脇本 哲 (1955) OP₁ phage (*Xanthomonas oryzae* bacteriophage)の増殖に関する研究. I. 種々の条件下の一段増殖実験. *九大農芸雑誌* 15: 151-160.
- Yabuuchi, E., Y. Kosako, H. Oyaizu, I. Yano, H. Hotta, Y. Hashimoto, T. Ezaki and M. Arakawa (1992) Proposal of *Burkholderia* gen. nov. and transfer of seven species of the genus *Pseudomonas* homology group II to the new genus, with the type species *Burkholderia cepacia* (Palleroni and Holmes 1981) comb. nov. *Microbiol. Immunol.* 36: 1251-1275.
- 山里一英 (1977) 非病原好気性細菌の保存法. 根井外喜男編「微生物の保存法」pp434 (東京大学出版会) 所収p187.
- 安永忠通・青井俊雄・重松喜昭 (1986) イネもみ枯細菌による葉鞘褐変の発生. *四国植防* 21: 1-11.
- Yoneyama, K., Y. Kono, I. Yamaguchi, M. Horikoshi and T. Hirooka (1998) Toxoflavin is essential factor for virulence of *Burkholderia glumae* causing rice seedling rot disease. *Ann. Phytopath. Soc. Jpn.* 64: 91-96.
- Yuan, X. (2004) Identification of bacterial pathogens causing panicle blight of rice in Louisiana. A thesis submitted to the Graduate Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College. In partial fulfillment of the Requirements for the degree of Master of Science. In the Department of Plant Pathology and Crop Physiology.
- Weinberg, J.B., B.D. Alexander, J.M. Majure, L.W. Williams, J.Y. Kim, P. Vandamme and J.J. LiPuma, (2007) *Burkholderia glumae* infection in an infant with chronic granulomatous disease. *J. Clin. Microbiol.* 45: 662-665.
- Zeigler, R.S. and E. Alvarez (1989) Grain discoloration of rice caused by *Pseudomonas glumae* in Latin America. *Plant Dis.* 73: 368 (Abstr).

10. Appendix（農業生物資源ジェンバンクが保存している菌株）

農業生物資源（以下 NIAS）ジェンバンクには、*B. glumae* が 165 株、*B. plantarii* が 74 株保存されている（別表 1, 2）.*B. glumae* の多くはイネのもみ枯れ症または苗腐敗症から分離されたものであるが、イネ葉鞘、田面水、コナギ、輸入されたリョクトウ種子を栽培したもやしから分離されたものもある。*B. plantarii* の多くはイネ苗から分離されたものであるが、育苗土、農業用水などから分離されたものもある。

別表 1. NIAS ジェンバンクが保存している *Burkholderia glumae*（2009 年 6 月 30 日現在）（その 1）

MAFF 番号	分離源	分離 部位	採集地	採集年月	分離者	同定者	登録時株名
106541	イネ	もみ	横浜市緑区中里	1985	植松 勉	植松 勉	N8520
106542	イネ	もみ	横浜市緑区中里	1985	植松 勉	植松 勉	N8521
106543	イネ	もみ	神奈川農試圃場	1985	植松 勉	植松 勉	N8522
106544	イネ	もみ	神奈川農試圃場	1985	植松 勉	植松 勉	N8523
106545	イネ	もみ	神奈川農試圃場	1985	植松 勉	植松 勉	N8524
106546	イネ	もみ	横浜市緑区北八朔	1985	植松 勉	植松 勉	N8525
106547	イネ	もみ	横浜市緑区北八朔	1985	植松 勉	植松 勉	N8526
106548	イネ	もみ	横浜市緑区北八朔	1985	植松 勉	植松 勉	N8527
106549	イネ	もみ	横浜市戸塚区金井町	1985	植松 勉	植松 勉	N8528
106550	イネ	もみ	横浜市戸塚区金井町	1985	植松 勉	植松 勉	N8529
106551	イネ	もみ	埼玉農試圃場	1985	植松 勉	植松 勉	N8530
106552	イネ	もみ	埼玉農試圃場	1985	植松 勉	植松 勉	N8531
106553	イネ	もみ	埼玉農試圃場	1985	植松 勉	植松 勉	N8532
106554	イネ	もみ	埼玉松伏町	1985	植松 勉	植松 勉	N8533
106555	イネ	もみ	埼玉松伏町	1985	植松 勉	植松 勉	N8534
106556	イネ	もみ	埼玉松伏町	1985	植松 勉	植松 勉	N8535
106557	イネ	もみ	前橋市石関町	1985	植松 勉	植松 勉	N8536
106558	イネ	もみ	群馬県玉村町樋越	1985	植松 勉	植松 勉	N8537
106559	イネ	もみ	群馬県玉村町飯塚 1	1985	植松 勉	植松 勉	N8538
106560	イネ	もみ	群馬県玉村町飯塚 2	1985	植松 勉	植松 勉	N8539
106561	イネ	もみ	群馬県玉村町	1985	植松 勉	植松 勉	N8540
106562	イネ	もみ	群馬県玉村町神明	1985	植松 勉	植松 勉	N8541
106563	イネ	もみ	館林市農試東部分場	1985	植松 勉	植松 勉	N8542
106564	イネ	もみ	太田市休泊 1	1985	植松 勉	植松 勉	N8543
106565	イネ	もみ	太田市休泊 2	1985	植松 勉	植松 勉	N8544
106566	イネ	もみ	太田市休泊 3	1985	植松 勉	植松 勉	N8545
106614	イネ	苗	富山		梅沢順子	梅沢順子	NARCB200103, T12141
106615	イネ	もみ	富山		梅沢順子	梅沢順子	NARCB200104, T12119
106616	イネ	苗	富山		梅沢順子	梅沢順子	NARCB200105, T13009
106617	イネ	苗	富山		梅沢順子	梅沢順子	NARCB200106, T13028
106619	イネ	もみ	つくば市	2001.09	小原達二	小原達二	NARCB200110, 0-0118-1
106621	水田	田面水	つくば市	2001.09	小原達二	小原達二	NARCB200112, 0-0119-8-H
106622	水田	田面水	つくば市	2001.09	小原達二	小原達二	NARCB200113, 0-0119-8-I
106623	コナギ	植物体	つくば市	2001.10	小原達二	小原達二	NARCB200114, 0-0122

別表 1. NIAS ジーンバンクが保存している *Burkholderia glumae* (2009 年 6 月 30 日現在) (その 2)

MAFF 番号	分離源	分離 部位	採集地	採集年月	分離者	同定者	登録時株名
106624	コナギ	植物体	つくば市	2001.10	小原達二	小原達二	NARCB200115, 0-0124
106639	イネ	もみ	埼玉県江南町	1997.09	畔上耕児	畔上耕児	NARCB200130, AZ9730
106666	イネ	苗	石川	1998.04	安達直人	安達直人	NARCB200215, IG9801
106667	イネ	苗	石川	1998.04	安達直人	安達直人	NARCB200216, IG9802
106668	イネ	苗	石川	1998.04	安達直人	安達直人	NARCB200217, IG9803
106713	イネ	苗	羽咋市円井町	2004.04	安達直人	安達直人	NARCB200442, ADC0401
106714	イネ	苗	羽咋市円井町	2004.04	安達直人	安達直人	NARCB200443, ADC0402
106715	イネ	苗	金沢市	2004.04	安達直人	安達直人	NARCB200444, ADC0403
106716	イネ	苗	金沢市	2004.04	安達直人	安達直人	NARCB200445, ADC0404
106717	イネ	苗	羽咋市志々見	2004.04	安達直人	安達直人	NARCB200446, ADC0405
106718	イネ	苗	羽咋市志々見	2004.04	安達直人	安達直人	NARCB200447, ADC0406
106719	イネ	苗	石川県押水町小川	2004.04	安達直人	安達直人	NARCB200448, ADC0407
106720	イネ	苗	石川県押水町小川	2004.04	安達直人	安達直人	NARCB200449, ADC0408
106734	イネ	苗	石川県富来町居	2004.04	安達直人	安達直人	NARCB200463, ADC0423
106735	イネ	苗	石川県富来町居	2004.04	安達直人	安達直人	NARCB200464, ADC0424
106743	イネ	苗	つくば市観音台中央農研	2005.05	畔上耕児	畔上耕児	NARCB200585, AZ200527
106744	イネ	苗	つくば市観音台中央農研	2005.05	畔上耕児	畔上耕児	NARCB200586, AZ200528
106745	イネ	苗	秋田県田沢湖町生保内	2005.05	畔上耕児	畔上耕児	NARCB200587, AZ200537
106746	イネ	苗	秋田県田沢湖町生保内	2005.05	畔上耕児	畔上耕児	NARCB200588, AZ200539
106747	イネ	苗	秋田県田沢湖町生保内	2005.05	畔上耕児	畔上耕児	NARCB200589, AZ200540
301093	イネ		長野	1976		植松 勉	N7506
301094	イネ		岡山	1975		植松 勉	N7505
301095	イネ		岡山	1975		植松 勉	N7504
301096	イネ		岡山	1975		植松 勉	N7503
301097	イネ		岡山	1975		植松 勉	N7502
301098	イネ		岡山	1975		植松 勉	N7501
301099	イネ		福島	1974		植松 勉	N7401
301169	イネ		愛媛	1967		富永時任	G741, Type strain
301170	イネ		長崎	1967		富永時任	G751
301171	イネ		香川	1967		富永時任	香川東山 38 号
301172	イネ		静岡	1968		富永時任	G808
301386	イネ		福岡	1973		後藤孝雄	G314
301387	イネ		熊本	1975		後藤孝雄	G538
301388	イネ		山形	1979		後藤孝雄	TG8001
301389	イネ		秋田	1979		後藤孝雄	TG8005
301441	イネ		広島	1982		加来久敏	PGC-2
301442	イネ		広島	1982		加来久敏	PGC-8
301682	イネ	苗	つくば市観音台農技研	1982.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ8204
302382	イネ	苗	つくば市観音台農技研	1982.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ8203
302384	イネ	苗	つくば市観音台農技研	1982.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ8205
302394	イネ	苗	宮城	1983.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ83155
302395	イネ	苗	宮城	1983.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ83156
302396	イネ	苗	宮城	1983.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ83157
302397	イネ	苗	宮城	1983.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ83158
302417	リョクトウ	もやし	東京 (タイ国原産)	1984.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ84305

別表 1. NIAS ジーンバンクが保存している *Burkholderia glumae* (2009 年 6 月 30 日現在)

(その 3)

MAFF 番号	分離源	分離 部位	採集地	採集年月	分離者	同定者	登録時株名
302421	リョクトウ	もやし	東京 (タイ国原産)	1984.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ84325
302422	リョクトウ	もやし	東京 (タイ国原産)	1984.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ84326
302423	リョクトウ	もやし	東京 (タイ国原産)	1984.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ84327
302437	イネ	もみ	大分県安心院町新貝	1984.09	畔上耕児	畔上耕児	AZ84431
302438	イネ	もみ	大分県安心院町新貝	1984.09	畔上耕児	畔上耕児	AZ84432
302439	イネ	もみ	大分県安心院町新貝	1984.09	畔上耕児	畔上耕児	AZ84433
302440	イネ	もみ	大分県安心院町新貝	1984.09	畔上耕児	畔上耕児	AZ84434
302441	イネ	もみ	大分県安心院町新貝	1984.09	畔上耕児	畔上耕児	AZ84435
302442	イネ	もみ	大分県安心院町新貝	1984.09	畔上耕児	畔上耕児	AZ84436
302443	イネ	玄米	大分県安心院町新貝	1984.09	畔上耕児	畔上耕児	AZ84437
302444	イネ	玄米	大分県安心院町新貝	1984.09	畔上耕児	畔上耕児	AZ84438
302445	イネ	玄米	大分県安心院町新貝	1984.09	畔上耕児	畔上耕児	AZ84439
302446	イネ	もみ	大分県山香町久木野尾	1984.09	畔上耕児	畔上耕児	AZ84440
302447	イネ	もみ	大分県山香町久木野尾	1984.09	畔上耕児	畔上耕児	AZ84441
302448	イネ	もみ	大分県山香町久木野尾	1984.09	畔上耕児	畔上耕児	AZ84442
302449	イネ	もみ	大分県院内町原口	1984.09	畔上耕児	畔上耕児	AZ84443
302450	イネ	もみ	大分県院内町原口	1984.09	畔上耕児	畔上耕児	AZ84444
302451	イネ	もみ	大分県院内町斎藤	1984.09	畔上耕児	畔上耕児	AZ84456
302452	イネ	もみ	大分県院内町斎藤	1984.09	畔上耕児	畔上耕児	AZ84457
302453	イネ	もみ	大分県院内町斎藤	1984.09	畔上耕児	畔上耕児	AZ84458
302454	イネ	もみ	大分県院内町斎藤	1984.09	畔上耕児	畔上耕児	AZ84459
302455	イネ	もみ	大分県院内町斎藤	1984.09	畔上耕児	畔上耕児	AZ84460
302456	イネ	玄米	大分県院内町斎藤	1984.09	畔上耕児	畔上耕児	AZ84461
302462	リョクトウ	もやし	タイ国原産	1983.12	畔上耕児	畔上耕児	AZ84493
302463	リョクトウ	もやし	タイ国原産	1983.12	畔上耕児	畔上耕児	AZ84494
302464	リョクトウ	もやし	タイ国原産	1983.12	畔上耕児	畔上耕児	AZ84495
302465	リョクトウ	もやし	タイ国原産	1983.12	畔上耕児	畔上耕児	AZ84496
302552	イネ	葉鞘	熊本	1991.08	畔上耕児	畔上耕児	AZ9167
302553	イネ	葉鞘	熊本	1991.08	畔上耕児	畔上耕児	AZ9168
302554	イネ	葉鞘	熊本	1991.08	畔上耕児	畔上耕児	AZ9169
302615	イネ	もみ	インドネシア Garut	1987.12	西山幸司	西山幸司	INJ171
302616	イネ	もみ	インドネシア Garut	1987.12	西山幸司	西山幸司	INJ172
302744	イネ	もみ	福岡	1982.1	對馬誠也	對馬誠也	Kyu82-34-2
302746	イネ	苗	茨城	1982.05	西山幸司	西山幸司	KN119
302747	イネ	苗	茨城	1982.05	西山幸司	西山幸司	KN120
302748	イネ	苗	茨城	1982.05	西山幸司	西山幸司	KN121
302825	イネ	玄米	長崎	1975.09	後藤孝雄	後藤孝雄	G501
302826	イネ	玄米	愛媛	1975.1	後藤孝雄	後藤孝雄	G518
302827	イネ	玄米	長崎	1975.09	後藤孝雄	後藤孝雄	G526
302828	イネ	玄米	熊本	1974.1	後藤孝雄	後藤孝雄	G545
302829	イネ	玄米	島根	1975.1	後藤孝雄	後藤孝雄	G602
302874	イネ	玄米	茨城	1979	後藤孝雄	後藤孝雄	TG8016
302876	イネ	玄米	富山	1979.09	後藤孝雄	後藤孝雄	TG8031
302877	イネ	玄米	富山	1979.09	後藤孝雄	後藤孝雄	TG8032
302878	イネ	玄米	宮城	1979.09	後藤孝雄	後藤孝雄	TG8033

別表 1. NIAS ジーンバンクが保存している *Burkholderia glumae* (2009 年 6 月 30 日現在)

(その 4)

MAFF 番号	分離源	分離 部位	採集地	採集年月	分離者	同定者	登録時株名
302879	イネ	玄米	宮城	1979.09	後藤孝雄	後藤孝雄	TG8034
302880	イネ	玄米	青森	1980.09	後藤孝雄	後藤孝雄	TG8036
302906	イネ	苗	山形	1988	松田 泉	加藤智弘	NR8801
302908	イネ	苗	山形	1990	加藤智弘	加藤智弘	YN9001
302913	イネ	苗	山形	1989	加藤智弘	加藤智弘	YNB8909
302917	イネ	苗	山形	1990	加藤智弘	加藤智弘	YNB9051
302925	イネ	苗	岩手	1989		加藤智弘	89PG8
302926	イネ	苗	岩手	1989		加藤智弘	89PG9
302927	イネ	苗	岩手	1989		加藤智弘	89PG10
302928	イネ	苗	岩手	1990		加藤智弘	90PG2
302929	イネ	苗	岩手	1990		加藤智弘	90PG3
302930	イネ	苗	岩手	1990		加藤智弘	90PG5
302931	イネ	苗	宮城	1990	長田 茂	加藤智弘	MAC501
302932	イネ	苗	宮城	1990	長田 茂	加藤智弘	MAC502
302933	イネ	苗	宮城	1990	長田 茂	加藤智弘	MAC503
302934	イネ	苗	宮城	1990	長田 茂	加藤智弘	MAC505
302935	イネ	苗	宮城	1990	長田 茂	加藤智弘	MAC506
311006	イネ	もみ	島根	1992.09	B.S. Wibowo	西山幸司	NS394
311007	イネ	もみ	島根	1992.09	B.S. Wibowo	西山幸司	NS395
311008	イネ	もみ	島根	1992.09	B.S. Wibowo	西山幸司	NS396
311009	イネ	もみ	宮崎	1992.09	B.S. Wibowo	西山幸司	NS397
311026	イネ	苗	北海道蘭越町	1991.05	竹内 徹	竹内 徹	RK1-11
311027	イネ	苗	北海道三石町	1991.05	竹内 徹	竹内 徹	MT1-11
311028	イネ	苗	北海道早来町	1991.05	竹内 徹	竹内 徹	HK1-11
311192	イネ	苗	富山県大山町	1997.04	守川俊幸	守川俊幸	T9148
311193	イネ	苗	富山県入善町	1997.04	守川俊幸	守川俊幸	T9154
311194	イネ	苗	富山県上市町	1997.04	守川俊幸	守川俊幸	T9160
311195	イネ	苗	富山市	1997.05	守川俊幸	守川俊幸	T9191
311196	イネ	苗	長野	1996	山下 亨	守川俊幸	N96013
311197	イネ	苗	京都	1996	宮川久義	守川俊幸	96KYOU
311198	イネ	苗	滋賀	1996	宮川久義	守川俊幸	96SIGA
311199	イネ	苗	山口	1996	宮川久義	守川俊幸	96YAMA
311200	イネ	苗	富山県大島町	1998.04	守川俊幸	守川俊幸	T0050
311201	イネ	苗	富山県婦中町	1998.04	守川俊幸	守川俊幸	T0093
311202	イネ	苗	富山県砺波市	1998.04	守川俊幸	守川俊幸	T0131
311266	イネ	もみ	福岡県筑後市	1982.09	對馬誠也	對馬誠也	Kyu82-41-1
311267			福岡県筑後市	1982.09	對馬誠也	對馬誠也	Kyu82-40-1
311509	イネ	もみ	沖縄県伊平屋村	2005.07	田村季実子	田村季実子	TK1
327194	イネ	もみ	つくば市	1992.08	松田 泉	鈴木文彦	PG3
327195	イネ	もみ	つくば市	1995.07	鈴木文彦	鈴木文彦	PG9501
327196	イネ	もみ	つくば市	1995.07	鈴木文彦	鈴木文彦	PG9701

別表 2. NIAS ジーンバンクが保存している *Burkholderia plantarii* (2009 年 6 月 30 日現在) (その 1)

MAFF 番号	分離源	分離 部位	採集地	採集年月	分離者	同定者	登録時株名
106640	イネ育苗土		つくば市内企業温室	1997.11	畔上耕児	畔上耕児	NARCB200131, AZ9753
106672	イネ	苗	金沢市松寺	2003.04	安達直人	安達直人	NARCB200302, ADC0316
106673	イネ	苗	金沢市松寺	2003.04	安達直人	安達直人	NARCB200303, ADC0317
106676	イネ	苗	羽咋市円井町	2003.04	安達直人	安達直人	NARCB200306, ADC0320
106677	イネ	苗	羽咋市円井町	2003.04	安達直人	安達直人	NARCB200307, ADC0321
106680	イネ	苗	石川県志賀町北吉田	2003.04	安達直人	安達直人	NARCB200310, ADC0324
106681	イネ	苗	石川県志賀町北吉田	2003.04	安達直人	安達直人	NARCB200311, ADC0325
106682	イネ	苗	石川県志賀町北吉田	2003.05	安達直人	安達直人	NARCB200312, ADC0326
106683	イネ	苗	石川県志賀町北吉田	2003.05	安達直人	安達直人	NARCB200313, ADC0327
106688	イネ	苗	石川県津幡町	2003.05	安達直人	安達直人	NARCB200320, ADC0336
106721	イネ	苗	金沢市今町	2004.04	安達直人	安達直人	NARCB200450, ADC0409
106722	イネ	苗	金沢市今町	2004.04	安達直人	安達直人	NARCB200451, ADC0410
106723	イネ	苗	金沢市打木	2004.04	安達直人	安達直人	NARCB200452, ADC0411
106724	イネ	苗	金沢市打木	2004.04	安達直人	安達直人	NARCB200453, ADC0412
106725	イネ	苗	石川県志雄町子浦	2004.04	安達直人	安達直人	NARCB200454, ADC0413
106726	イネ	苗	石川県志雄町子浦	2004.04	安達直人	安達直人	NARCB200455, ADC0414
106727	イネ	苗	石川県中島町	2004.04	安達直人	安達直人	NARCB200456, ADC0415
106728	イネ	苗	石川県中島町	2004.04	安達直人	安達直人	NARCB200457, ADC0416
106729	イネ	苗	石川県柳田町岩井戸	2004.05	安達直人	安達直人	NARCB200458, ADC0417
106730	イネ	苗	石川県柳田町岩井戸	2004.05	安達直人	安達直人	NARCB200459, ADC0418
106731	水溜まり		石川県中島町	2004.05	安達直人	安達直人	NARCB200460, ADC0419
106732	灌漑用水		金沢市今町	2004.06	安達直人	安達直人	NARCB200461, ADC0420
106733	灌漑用水		金沢市今町	2004.06	安達直人	安達直人	NARCB200462, ADC0421
301723	イネ	苗	千葉県小見川町山川	1982.04	畔上耕児	畔上耕児	AZ8201, Type strain
302381	イネ育苗土		千葉県小見川町山川	1982.04	畔上耕児	畔上耕児	AZ8202
302387	イネ	苗	八日市場市飯塚	1983.04	畔上耕児	畔上耕児	AZ8371
302388	イネ	苗	千葉県光町篠本	1983.04	畔上耕児	畔上耕児	AZ8373
302389	イネ	苗	八日市場市田久保	1983.04	畔上耕児	畔上耕児	AZ8375
302390	イネ	苗	八日市場市田久保	1983.04	畔上耕児	畔上耕児	AZ8376
302391	イネ	苗	千葉県東庄町笹川	1983.04	畔上耕児	畔上耕児	AZ8384
302392	イネ	苗	千葉県東庄町夏目	1983.04	畔上耕児	畔上耕児	AZ8389
302393	イネ	苗	千葉県東庄町夏目	1983.04	畔上耕児	畔上耕児	AZ83891
302412	イネ	苗	成田市下金山	1984.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ84236
302413	イネ	苗	千葉県香取西部農協管内	1984.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ84257
302414	イネ	苗	千葉県香取西部農協管内	1984.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ84258
302415	イネ	苗	千葉県香取西部農協管内	1984.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ84259
302416	イネ	苗	千葉県香取西部農協管内	1984.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ842661
302466	イネ	苗	成田市東金山	1985.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ8523
302467	イネ	苗	成田市東金山	1985.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ8524
302468	イネ	苗	成田市東金山	1985.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ8525
302469	イネ	苗	成田市東金山	1985.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ8526
302470	イネ	苗	成田市東金山	1985.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ8566
302471	イネ	苗	成田市東金山	1985.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ8567
302472	イネ	苗	成田市東金山	1985.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ8568
302473	イネ	苗	成田市東金山	1985.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ8569
302474	イネ	苗	成田市東金山	1985.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ8570

別表 2. NIAS ジーンバンクが保存している *Burkholderia plantarii* (2009 年 6 月 30 日現在) (その 2)

MAFF 番号	分離源	分離 部位	採集地	採集年月	分離者	同定者	登録時株名
302475	イネ	苗	成田市東金山	1985.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ8571
302476	イネ	苗の根	成田市東金山	1985.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ8589
302477	イネ	苗	成田市東金山	1985.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ85891
302478	イネ	苗の根	成田市東金山	1985.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ8590
302479	イネ育苗土		成田市東金山	1985.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ8591
302480	イネ育苗土		成田市東金山	1985.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ8592
302481	イネ育苗土		成田市東金山	1985.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ8593
302482	イネ育苗土		成田市東金山	1985.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ8594
302483	イネ	苗の根	成田市東金山	1985.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ8599
302484	イネ	苗の根	成田市東金山	1985.05	畔上耕児	畔上耕児	AZ85124
302485	イネ	苗	宮城	1985	白田 昭	畔上耕児	AZ85131
302486	イネ	苗	宮城	1985	白田 昭	畔上耕児	AZ85132
302907	イネ	苗	山形	1988	松田 泉	加藤智弘	YR8805
302909	イネ	苗	山形	1989	加藤智弘	加藤智弘	YNB8901
302910	イネ	苗	山形	1989	加藤智弘	加藤智弘	YNB8904
302912	イネ	苗	山形		加藤智弘	加藤智弘	YNB8907
302915	イネ	苗	山形	1989	加藤智弘	加藤智弘	YNB8913
302916	イネ	苗	山形	1990	加藤智弘	加藤智弘	YNB9003
302924	イネ	苗	岩手	1989		加藤智弘	89PP1
302936	イネ	苗	宮城	1990	長田 茂	加藤智弘	MAC551
302937	イネ	苗	宮城	1990	長田 茂	加藤智弘	MAC552
302938	イネ	苗	宮城	1990	長田 茂	加藤智弘	MAC553
302939	イネ	苗	宮城	1990	長田 茂	加藤智弘	MAC554
302940	イネ	苗	宮城	1990	長田 茂	加藤智弘	MAC555
311029	イネ	苗	滝川市	1990.05	竹内 徹	竹内 徹	TK3-11
311030	イネ	苗	北海道当別町	1990.05	竹内 徹	竹内 徹	TB1-11
311031	イネ	苗	北海道新十津川町	1990.05	竹内 徹	竹内 徹	ST3-11
311032	イネ	苗	岩見沢市	1990.05	竹内 徹	竹内 徹	IW1-21

生 物 研 資 料

平成 21 年 12 月

December, 2009

微生物遺伝資源利用マニュアル (26)

2009 年 12 月 24 日 印刷

2009 年 12 月 25 日 発行

編集兼
発行者 独立行政法人農業生物資源研究所

National Institute of Agrobiological Sciences

〒 305-8602 茨城県つくば市観音台 2-1-2