

# モモせん孔細菌病菌 (主に *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*) の薬剤感受性に関する研究

山口修平\*・伊山公二\*\*・田方康平\*\*\*・夏秋啓子\*\*\*\*・  
根岸寛光\*\*\*\*\*・篠原弘亮\*\*\*\*\*†

(平成 25 年 11 月 21 日受付/平成 26 年 1 月 24 日受理)

**要約:** モモせん孔細菌病は重要病害の一つであり, 国内では *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*, *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* および *Brenneria nigrifluens* の 3 種が病原細菌として報告されている。一般的に本病の主病原は *X. a.* pv. *pruni* であるとされているが, それを詳細に調査した報告は少ない。また, 本病の防除は抗生物質剤を中心とした薬剤の散布が主である。抗生物質剤は様々な病害で薬剤耐性菌の発生が報告されており問題となっている。本病においても耐性菌の出現による防除効果の低下が懸念されている。そこで, 2008 年から 2011 年の 4 年間に合計 7 県 151 ほ場からモモせん孔細菌病罹病試料を採取し, 病原細菌を分離, 国内で発生している本病の主病原を再確認したところ, 分離した菌株のほとんどが *X. a.* pv. *pruni* であったことから本病の主病原は *X. a.* pv. *pruni* である可能性が示唆された。さらに, 菌株のオキシテトラサイクリン, オキソリニック酸およびストレプトマイシンに対する最小生育阻止濃度 (MIC) を調査したところ, オキシテトラサイクリンおよびオキソリニック酸に対する MIC は 25 ppm 以下であった。一方, ストレプトマイシンに対しては MIC が 2000 ppm 以上を示す菌株が 200 菌株と全体の 43% を占めており, ストレプトマイシンに対して耐性を有する *X. a.* pv. *pruni* が比較的高い割合で存在することが示唆された。

**キーワード:** モモせん孔細菌病, 抗生物質, オキソリニック酸, 薬剤耐性細菌

## 1. 緒 言

これまで農業は作物の安定生産に貢献してきた。しかし, 1970 年代初頭よりそれら農業に対して耐性を示す植物病原菌が出現し, 世界各国で薬剤防除の効果が低下し問題となりはじめた。わが国においても 1971 年に, 鳥取県米子市におけるポリオキシン耐性ナシ黒斑病菌, 山形県庄内地方においてカスガマイシン耐性イネいもち病菌が出現し, 問題となった。最近では, QoI 剤, MBI-D 剤および SDHI 剤等の優れた効果を示す薬剤に対する耐性菌の発生が糸状菌病で数多く報告されている<sup>1)</sup>。細菌病でもオキソリニック酸耐性イネもみ枯細菌病菌 (*Burkholderia glumae*)<sup>2)</sup>, カスガマイシン耐性イネ褐条病菌 (*Acidovorax avenae*)<sup>3)</sup>, チャ赤焼病菌 (*Pseudomonas syringae* pv. *theae*), 野菜類軟腐病菌 (*Pectobacterium carotovorum*) および数種の病原細菌の銅剤耐性等数多く報告されている<sup>4-6)</sup>。

薬剤耐性菌の定義は種々あるが石井<sup>1,7)</sup>は当初, 耐性菌

は「菌の野生型集団の多くがもともと示す薬剤感受性よりも感受性の低いものを耐性菌とよぶ」と定義した。しかし, この定義は生物学的には妥当であるが, 病害防除の場面では薬剤の効果との関係がもっとも重視されるとして, 実用濃度の薬剤の効果に有意に影響するほど菌の薬剤感受性が低下しているものを耐性菌。菌の感受性が低下しているが薬剤の効果には影響がみられないものを感受性低下菌。ある種の菌の感受性がもともと低いかまったくないものを低感受性菌または非感受性菌とその定義を改めている。

モモの病害には糸状菌病として黒星病 (*Cladosporium carpophilum*), 灰星病 (*Monilinia fructicola* 等), 縮葉病 (*Taphrina deformans*) 等 41 種, 細菌病としてせん孔細菌病, 根頭がんしゅ病 (*Agrobacterium tumefaciens*) および樹脂病 (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae*) が記載されている<sup>8)</sup>。特にせん孔細菌病はモモの重要病害の一つである。福島県ではほぼ毎年本病に対する注意報が発令されている。本病は全生育期で発生が見られ, 葉では褐色の斑点

\* 東京農業大学国際食料情報学部国際農業開発学科 (現東京都農林総合研究センター)

\*\* ソエティス・ジャパン株式会社

\*\*\* 東京農業大学大学院農学研究科農学専攻

\*\*\*\* 東京農業大学国際食料情報学部国際農業開発学科

\*\*\*\*\* 東京農業大学農学部農学科

† Corresponding author (E-mail: h3shinoh@nodai.ac.jp)

を生じた後に、せん孔が生じ症状が激しい場合には落葉する。枝ではスプリングキャンカーおよびサマーキャンカーの2つの病徴を示し、特にスプリングキャンカーはその年の伝染源となる。果実では亀裂が入ることから商品価値の低下または消失となる。本病は *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* (*Xanthomonas campestris* pv. *pruni*), *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* および *Brenneria nigrifluens* の3種が病原として記載されている<sup>8)</sup>。*X. a.* pv. *pruni* は国内の多くの地域で報告されている。一方、*P. s.* pv. *syringae* および *B. nigrifluens* は *X. a.* pv. *pruni* と比較して病原性が弱く、特に *B. nigrifluens* は発生地域が限定的であるとされている<sup>9)</sup>。本病は環境条件に大きく左右され、多発条件下では有効な対策がほとんどない。本病の防除には抗生物質剤を含む薬剤散布が主な防除法となっている。しかし、防除に使用されているストレプトマイシンでは、モモせん孔細菌病だけでなくキウイフルーツかいよう病菌 (*Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*)、コンニャク腐敗病菌 (*Pectobacterium carotovorum*) およびレタス腐敗病菌 (*Pseudomonas cichorii* 等)<sup>10-12)</sup> 等多くの耐性菌の発生が報告されている。

今後は環境に配慮しつつ安定的に作物を生産する農業がいつそう求められる。そのためには少ない使用回数でより効果の高い農薬の散布を行うことが求められる。このためには薬剤耐性菌の出現の有無や耐性程度を把握しておくことが重要である。そこで、モモせん孔細菌病に着目し、2008年から2011年の4年間、モモせん孔細菌病症状を示す罹病試料を採取し、病原細菌を分離して本病における主要な病原細菌種を特定するとともに、本病防除に利用されているオキシテトラサイクリン、オキシソリニック酸およびストレプトマイシンに対する分離菌株の感受性試験を行い、薬剤耐性菌の出現の有無および耐性程度を調査した。

## 2. 材料および方法

### (1) 罹病植物の採取

2008年から2011年の4年間に国内のモモ主要産地等である岡山県、香川県、神奈川県、長野県、福島県、山梨県および和歌山県の合計7県151地点から、それぞれモモせん孔細菌病が疑われる葉、枝および果実を採取した。

### (2) 病原細菌の分離および同定

採取した試料は光学顕微鏡を用いて、細菌の噴出を確認できた試料のみ、Nutrient Broth (Difco) を用いて常法で病原細菌の分離を試みた。

分離した菌株を簡易同定96-MUC法<sup>13)</sup>を用いて同定した。また、一部の菌株はタバコ過敏反応および多針を用いてモモ幼苗(品種:白鳳)に有傷接種し病原性を確認した。以上の方法によりモモせん孔細菌病と同定した457菌株の薬剤感受性試験を調査した。

### (3) 薬剤感受性試験

#### (a) 供試薬剤

薬剤感受性試験には、オキシテトラサイクリン塩酸塩(和

光純薬工業株式会社)、オキシソリニック酸(和光純薬工業株式会社)およびストレプトマイシン硫酸塩(和光純薬工業株式会社)を供試した。

#### (b) 薬剤調整

各薬剤は所定の濃度となるようにオキシテトラサイクリンはメタノール、オキシソリニック酸は0.1N NaOH溶液、ストレプトマイシンは滅菌水に溶解し、オキシテトラサイクリンおよびオキシソリニック酸は200, 100, 50, 25, 12.5, 6.25, 3.12, 1.56, 0.78, 0.39, 0.19 ppm (オキシソリニック酸は1.56 ppmまで)、ストレプトマイシンは2000, 1000, 500, 250, 125, 62.5, 31.2, 15.6, 7.8, 3.9, 1.9 ppmとなるよう段階希釈しPPGA培地にそれぞれ混和して濃度別の平板とした。

#### (c) 感受性試験

菌株をPPGA斜面培地<sup>14)</sup>で2日間培養し、滅菌水に懸濁して約 $10^8$  cfu/mlの細菌懸濁液とした。この細菌懸濁液を上記の濃度別の平板に滅菌した綿棒を用いて塗抹した。塗抹後、25℃下で3日間培養し、細菌の生育の有無を確認して、供試した菌株の最小生育阻止濃度(MIC)を調査した。

## 3. 結果

### (1) 病原細菌の分離および同定

香川県を除く6県107地点から採取した試料より1768菌株の細菌を分離した。香川県由来の試料からは菌株を分離することができなかった。簡易同定を行った1029菌株の内、岡山県由来2菌株、神奈川県由来9菌株、長野県由来187菌株、福島県由来503菌株、山梨県由来176菌株および和歌山県由来20菌株、合計897菌株をモモせん孔細菌病の一つである *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* と同定した。*Pseudomonas syringae* pv. *syringae* は福島県由来の試料からのみ7菌株が分離された。*Brenneria nigrifluens* と同定できる菌株は分離できなかった。簡易同定96MUC法で *X. a.* pv. *pruni* と一致するプロフィール インデックス(MUC-ID)3020を示した菌株は186菌株であった。また、同種とされるMUC-ID 0020が662菌株、1020が49菌株であった。罹病葉、枝および果実の病徴、検鏡下での病徴部位からの細菌の噴出、さらに選抜した一部の菌株でモモ幼苗への接種試験において、病原性が認められたため、MUC-ID 3020, 0020 および 1020 となった菌株を *X. a.* pv. *pruni* と同定した。*P. s.* pv. *syringae* と一致するプロフィールを示した菌株は1340となった7菌株のみであった(Table 1)。

### (2) 薬剤感受性試験

モモせん孔細菌病と同定し、選抜した459菌株(*X. a.* pv. *pruni* 452菌株、*P. s.* pv. *syringae* 5菌株)を対象に薬剤感受性試験を行った。

#### (a) オキシテトラサイクリン塩酸塩に対する感受性

調査したすべての菌株がMIC 25 ppm以下を示した(Fig 1)。25 ppmを示した菌株が1菌株、6.25 ppmを示す菌株が4菌株、3.12 ppmを示す菌株が4菌株、1.56 ppmを示す菌株が2菌株、0.78 ppmを示す菌株が1菌株および0.39 ppmを示した菌株が18菌株、残りすべての菌株が最低濃

Table 1 Simplified identification 96-MUC results of peach isolates

| PRF  | Species name   | Number of isolates |            |            |             | Total |
|------|--|--------------------|------------|------------|-------------|-------|
|      |  | 2008(n=376)        | 2009(n=84) | 2010(n=83) | 2011(n=486) |       |
| 0020 | <i>Xanthomonas campestris</i> pvs                            | 329                | 65         | 62         | 206         | 662   |
| 1020 | <i>Xanthomonas campestris</i> pvs                            | -                  | 11         | 16         | 22          | 49    |
| 3020 | <i>Xanthomonas campestris</i> pvs                            | -                  | -          | -          | 186         | 186   |
| 1340 | <i>Pseudomonas syringae</i> pvs                              | -                  | -          | -          | 7           | 7     |
| 0002 | <i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> | -                  | -          | -          | 10          | 10    |
| 3220 | <i>Erwinia herbicola</i>                                     | 12                 | -          | -          | 1           | 13    |
| 7320 | <i>Erwinia ananatis</i> ( <i>Pantoea ananatis</i> )          | 4                  | -          | -          | -           | 4     |
| -    | No numbers   | 31                 | 8          | 5          | 54          | 98    |

度 0.19 ppm 以下となった。この MIC は現行の適用薬剤散布濃度である 200 ppm 以下であった。

#### (b) オキシロニック酸に対する感受性

調査したすべての菌株が MIC 25 ppm 以下を示した (Fig 2)。25 ppm を示す菌株が 6 菌株、12.5 ppm を示す菌株が 11 菌株、6.25 ppm を示す菌株が 4 菌株および 3.12 ppm を示す菌株が 4 菌株、残りすべての菌株が最低濃度 1.56 ppm 以下となった。この MIC は現行の適用薬剤散布濃度である 200 ppm 以下であった。

#### (c) ストレプトマイシン硫酸塩に対する感受性

MIC が散布濃度 250 ppm より高い 2000 ppm 以上の値を示す菌株が 200 菌株存在し、1000 ppm を示す菌株が 1 菌株、500 ppm を示す菌株が 7 菌株、250 ppm を示す菌株が 2 菌株存在した (Fig 3)。この MIC は現行の適用薬剤散布濃度である 250 ppm 以上であった。*P. s. pv. syringae* は 5 菌株全てが MIC 125 ppm であった。

## 4. 考 察

モモせん孔細菌病は 1919 年に鎌塚が国内で初めて報告した病害であり、その病原として最初に *Xanthomonas pruni* (*X. a. pv. pruni*) が記載され、その後、*Erwinia nigrifluense* (*B. nigrifluens*) および *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* の 2 種も病原性を有しており、区別し難い病徴を示すことから、この 2 種も病原と記載され現在上記の 3 種の病原が記載されている<sup>9)</sup>。福島県では本病の主病原を明らかにするため 2002 年および 2003 年に調査を行い、福島県内の本病の主病原は *X. a. pv. pruni* であったと報告している<sup>15)</sup>。本研究で分離した菌株の多くが黄色で粘性のあるコロニー形態を示す菌株であった。これらの菌株を簡易同定 96-MUC 法を用いて同定したところ、そのほとんどが *X. a. pv. pruni* であった。このことから、福島県だけでなく我が国で発生しているモモせん孔細菌病の主病原は *X. a. pv. pruni* であると考えられる。このことは、高梨<sup>9)</sup>が報告しているように *X. a. pv. pruni* に比べて他の 2 種は侵入から感染、発病に至るまでの病原力が劣り、それが自然発病の場での差となっているとされている。2011 年に採取した試料から *P. s. pv. syringae* が分離されたが、その数は少なく、福島県の 1 地点でのみであった。また福島県以外の試料からは他の 2 種に該当する菌株はなかった。このことから、*P. s. pv. syringae* および *B. nigrifluens* による本病の発生は限られた地域でのみ起きている可能性

が示唆された。今後、さらに詳細な検討が必要である。

モモせん孔細菌病の防除に農業登録のあるオキシテトラサイクリン、オキシロニック酸およびストレプトマイシンに対する感受性を 4 年間調査したところ、分離菌株のオキシテトラサイクリンおよびオキシロニック酸に対する MIC は低い水準で推移した。MIC が最も高かったのはオキシテトラサイクリンに対して 2010 年に分離した福島県由来菌株で 25 ppm、オキシロニック酸に対しては 2010 年に分離した福島県由来菌株の 6 菌株が 25 ppm を示した。オキシテトラサイクリンの実際の圃場での散布濃度は 100 ppm から 200 ppm、オキシロニック酸は 200 ppm であり、供試した菌株は全てオキシテトラサイクリン、オキシロニック酸に対して感受性菌であると判断した。このことから、本病防除上の通常使用は現状問題ないと考えられる。一方、ストレプトマイシンに対しては毎年 MIC が 2000 ppm よりも高い菌株が多数存在した。ストレプトマイシンの実際の圃場での散布濃度は 125 ppm から 250 ppm であることから、供試した菌株の多数はストレプトマイシンに対して耐性を有していると考えられる。

このようなストレプトマイシンにのみ耐性菌が見られた原因の一つとして、使用されてきた期間の違いが挙げられる。ストレプトマイシンは本病に優れた効果を示したことから、戦後間もなくから単剤として現在まで連用されてきた。このことが、本病原菌のストレプトマイシンに対する耐性化を招いたものと考えられる。一方オキシテトラサイクリンはストレプトマイシン耐性菌対策として導入され、単剤ではなくストレプトマイシンとの混合剤として使用されてきた。単剤として使用され始めたのも 1985 年からであるために、耐性化が進んでいないと考えられる。オキシロニック酸が本病の防除薬剤として農業登録されたのが 2009 年であることから、耐性菌は発生していないと考えられる。しかし、同じ核果類であるウメのかいよう病 (*Pseudomonas syringae* pv. *morsprunorum* 等) では、和歌山県で 1996 年、1997 年および 2005 年に病原菌のオキシテトラサイクリンに対する感受性を調査したところ、供試した 208 菌株のうちオキシテトラサイクリンでは 0.78 ppm 以下のものが 96% 以上を占め、3.13 ppm 以上のものは見られなかったが、2005 年の検定ではオキシテトラサイクリンに対して前回はみられなかった MIC 12.5 ppm から 200 ppm の菌株が認められたとしている<sup>16)</sup>。このことから、今後モモせん孔細菌病菌のオキシテトラサイクリン耐

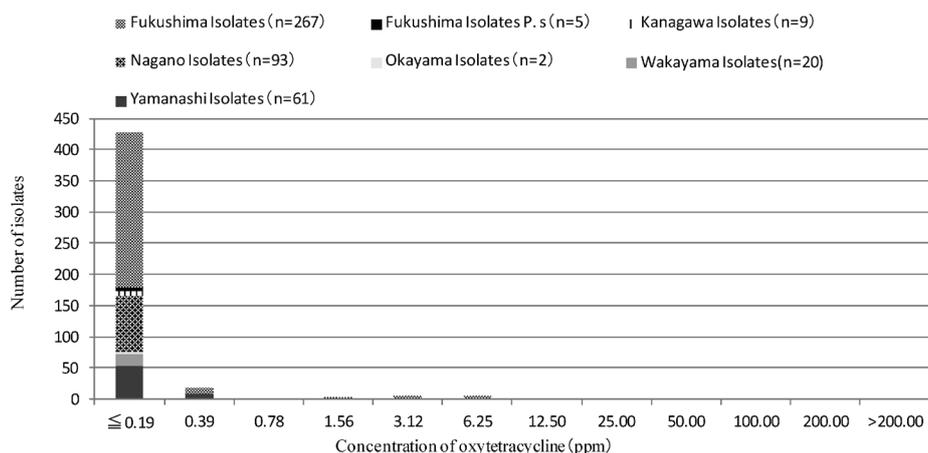


Fig. 1 Detection of oxytetracycline resistant isolates by MIC from different prefectures.

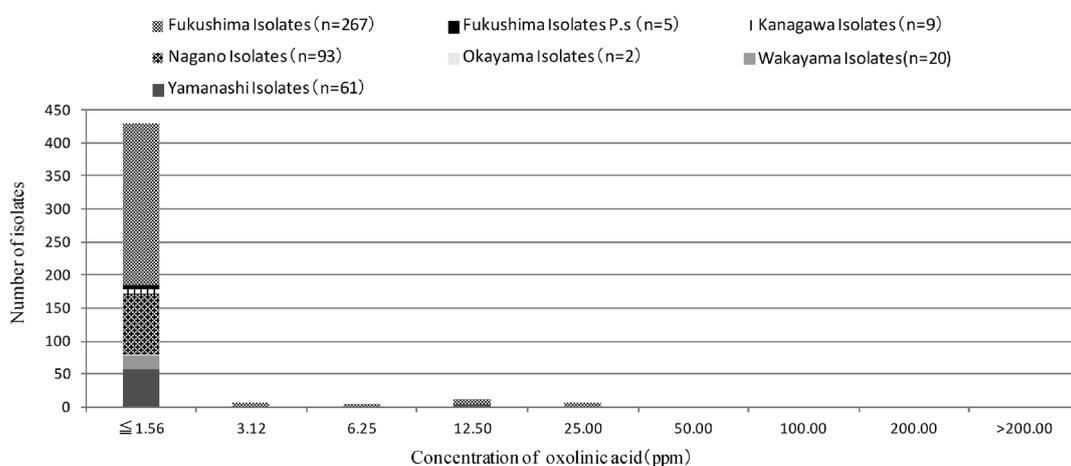


Fig. 2 Detection of oxolinic acid resistant isolates by MIC from different prefectures.

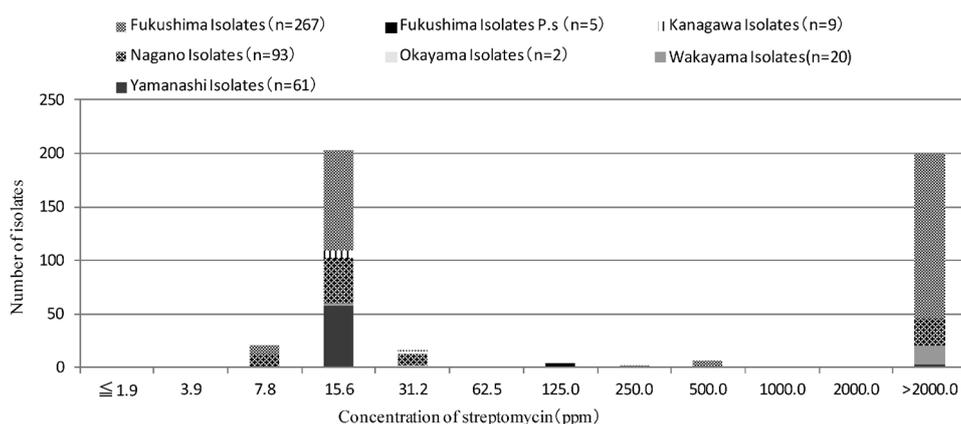


Fig. 3 Detection of streptomycin resistant isolates by MIC from different prefectures.

性菌が出現する可能性は十分に考えられる。イネもみ枯細菌病ではオキシリニック酸の耐性菌が報告されている<sup>2)</sup>。オキシリニック酸がイネもみ枯細菌病の農薬として登録されたのは1989年であり、その後、耐性菌が報告されたのが1997年以降である<sup>3)</sup>。イネもみ枯細菌病では、使用されてから10年以内に耐性菌が報告されている。オキシリニッ

ク酸はイネもみ枯細菌病の苗腐敗症にも効果があることから種子消毒剤として使用もされている。そのためオキシリニック酸の使用が増加し、急激な耐性化が現れたと考えられる<sup>2)</sup>。本病においても新規に登録されたオキシリニック酸への依存が高まれば、数年の内に耐性菌の発生が懸念される。しかし、モモとイネでは散布濃度、散布頻度および

使用時期が異なり、モモにおけるオキシリニック酸の実際の使用状況を調査していく必要がある。さらに、本病原菌のオキシテトラサイクリンおよびオキシリニック酸に対する感受性を継続的に調査する必要がある。

福島県では1987年および1990年に県内のモモせん孔細菌病におけるストレプトマイシン耐性菌の出現実態を調査した際にMICが800 ppm以上の菌株が87~92%であったと報告されており、それから10年間剤の使用が禁止されていた<sup>14)</sup>。また、ストレプトマイシン耐性菌は長野県でも確認されており、1993年の調査では県内の耐性菌の分布率が61%の蔓延状態であった<sup>15)</sup>。一方、静岡県では1998年に本病が多発した地域のストレプトマイシンの耐性菌を調査したが、MICが実用濃度である200 ppmを超える菌株は存在しなかったと報告されている<sup>17)</sup>。この様に本病には耐性化に地域間差があると考えられる。本研究においても、ストレプトマイシン耐性菌が確認されたのは長野県、福島県、山梨県および和歌山県由来菌株であった。特に福島県および和歌山県由来菌株では、高頻度でストレプトマイシン耐性菌が分離された。福島県では2001年に再度、県内での本病原菌のストレプトマイシン耐性を調査したところ、MICが0.78 ppmから1.56 ppmの菌株が全体の60%に増加しており、ストレプトマイシンに対する感受性が回復していたと報告されている<sup>15)</sup>。しかし、本研究では福島県由来菌株の多くがストレプトマイシン耐性菌であった。このことから、福島県内では、再び本病原菌のストレプトマイシンに対する感受性が低下している可能性が示唆された。和歌山県では福島県に比べ分離した菌株数が少ないが、ストレプトマイシン耐性を有する菌株の分離頻度が高かった。このことから、和歌山県内では高い割合で本病のストレプトマイシン耐性菌が発生していると考えられる。長野県由来菌株でもストレプトマイシン耐性菌が検出されたが、前記2県由来菌株よりも低頻度であった。しかし、年次でみていくと2008年、2009年、2010年では低頻度であったが、2011年では供試した菌株の半数以上がストレプトマイシン耐性菌であった。このことから、長野県内でもストレプトマイシン耐性菌がこの4年間で増加している可能性が示唆された。今後も長野県内の本病原菌のストレプトマイシンに対する感受性を調査していく必要がある。上記3県以外の県については菌株数が少なく、特に、山梨県では福島県、和歌山県に比べ本病の発生が少ないとされている<sup>18)</sup>。そのため、今後は山梨県での本病の発生に関して調査していく必要がある。

モモせん孔細菌病はモモの重要病害であり、難防除の病害でもある。その原因として発病時期や程度に大きな年次間差や地域差があることがある。モモせん孔細菌病では特に気象による影響が大きく、風雨が本病の発病を助長し、風雨日数と発病率との間に相関があることも報告されている<sup>19)</sup>。これらのことから薬剤散布以外での本病の防除法として防風ネットや防風垣等の防風施設による防除法が実践されている<sup>20)</sup>。しかし、多発生条件下では効果が低く、これは薬剤散布でも同様のことが報告されている<sup>21)</sup>。モモせん孔細菌病の防除を行う上で、多発条件としないために、

早期の防除、予防的な防除が必要であると考えられる。また、薬剤耐性菌の問題もふまえ、薬剤散布だけの防除ではなく、他の方法も取り入れた総合的な防除が必要であると考えられる。

島津<sup>16)</sup>はウメかいよう病菌にて実際の圃場での感受性菌と耐性菌のストレプトマイシン剤の効果を調査したところ、葉での耐性菌に対するストレプトマイシン剤の効果は感受性菌に比べて低いが、果実での気孔感染に対する防除効果は大幅には低下せず、また、耐性菌の割合の高い圃場でのストレプトマイシン剤の防除試験で効果が認められたと報告している。このことから、培地上で耐性を示しても、植物体上では感受性を示すことがあり得ると考えられる。一般に培地上と植物体上では薬剤の効果を示す濃度が違い、また、実際の散布濃度と植物体に浸透する濃度はかなり異なるとされている。今後は培地上で耐性を示した菌株を供試し実際の植物体上での感受性を調査し、培地上での感受性と植物体上での感受性の相違を検討する必要がある。さらにイネもみ枯細菌病菌ではGyrA83のアミノ酸配列において、アルギニンとイソロイシンへの置換がオキシリニック酸耐性、ウリ類べと病菌 (*Pseudoperonospora cubensis*) ではチトクローム b のコドン 143 の推定アミノ酸配列のグリシンからアラニンへの置換がストロビルリン耐性の原因だと報告されている<sup>22,23)</sup>。このことから、特に多くのQoI耐性菌ではPCR-RFLPを用いた遺伝子診断法が利用されており<sup>24,25)</sup>、本病においても分子生物学的手法を取り入れた診断法を開発する必要がある。

#### 参考文献

- 1) 石井英夫 (2010). 殺菌剤耐性菌研究会 20年の歩み. 第20回殺菌剤耐性菌研究会シンポジウム講演要旨集: 1-10.
- 2) 曳地康文, 前田由紀子, 大西浩平, 木場章範 (2010). イネもみ枯細菌病菌のGyrAのアミノ酸置換はoxolinic acid耐性とイネ体の生存適応に関与する. 第20回殺菌剤耐性菌研究会シンポジウム講演要旨: 29-38.
- 3) 大谷 徹, 竹内妙子 (2013). 千葉県におけるイネもみ枯細菌病と褐条病の薬剤耐性菌の発生. 千葉県農林総研研報 5: 101-109.
- 4) 富濱 毅 (2005). チャ赤焼病細菌の銅殺菌剤に対する感受性. 茶研報 100: 11-19.
- 5) KYEREMEH, A. G, KIKUMOTO, T, CHUANG, D, GUNJI, Y., EHARA, Y (1998). Evaluation of copper and bactericide-resistance among strains of *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn* 64: 198-201.
- 6) GOTO, M., HIKOTA, T, NAKJIMA, M, TAKIKAWA, Y, TSUYUMU, S (1994). Occurrence and properties of copper-resistance in plant pathogenic bacteria. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn* 60: 147-153.
- 7) 石井英夫 (1998). 植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアルの作成にあたって. 植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル. 植物防疫 特別増刊号 4: 1-9.
- 8) 農業生物資源データベース, 日本植物病名データベース [http://www.gene.affrc.go.jp/databases-micro\\_pl\\_diseases.php](http://www.gene.affrc.go.jp/databases-micro_pl_diseases.php) (最終アクセス 2013年11月13日)
- 9) 高梨和雄 (1985). 新たに見いだされたモモせん孔細菌病の2種の病原細菌について. 果樹試報. A12: 101-114.
- 10) 中島雅己 (2002). キウイフルーツかいよう病菌の薬剤耐性機構. 植物防疫 56: 12-15.

- 11) 林 宣夫・贅田裕行 (1981). ストレプトマイシン耐性コンニャク腐敗病菌の発生と対策. 群馬県農業試験場報告 21 : 25-36.
- 12) 松崎正文・畔上耕児・大畑貫一 (1981). レタスを侵す病原細菌におけるストレプトマイシン耐性菌の存在と分布. 日植病報 47 : 297-300.
- 13) 西山幸司 (1996). パソコンを用いた植物病原細菌同定システム「簡易同定 96」の使い方. 農業環境技術研究所資料 19.
- 14) 西山幸司・江塚昭典 (1977). ラフ型集落を生じるライグラス類かさ枯病細菌の分離例. 日植病報 43 : 426-431.
- 15) 菅野英二 (2006). モモセン孔細菌病の発生状況と防除対策. 平成 17 年度寒冷地・落葉果樹合同研究会 (病害) 資料 寒冷地果樹及び落葉果樹における細菌病生と防除対策の現状 : 7-15.
- 16) 島津 康 (2006). ウメかいよう病の発生と防除対策. 平成 17 年度寒冷地・落葉果樹合同研究会 (病害) 資料 : 391-397.
- 17) 加藤光弘, 太田光輝, 伏見典晃 (2003). 静岡県におけるモモセン孔細菌病の発生実態と薬剤防除体系. 静岡柑試研報. 32 : 7-14.
- 18) 高梨和雄 (1980). モモセン孔細菌病の発生生態と防除. 植物防疫 34 (11) : 485-489.
- 19) 小山昌志, 島津 康, 小松英雄, 森下正彦 (2001). モモセン孔細菌病の発病に及ぼす風と降雨の影響. 和歌山農林水技七研報. 3 : 89-97.
- 20) 森本涼子, 南方高志, 小山昌志, 森下正彦 (2010). モモセン孔細菌病に対する防風施設の防除効果. 関西病虫研報. 52 : 39-43.
- 21) 森本涼子, 南方高志, 小山昌志, 島津 康, 森下正彦 (2006). 異なる発生程度におけるモモセン孔細菌病に対する殺菌剤の防除効果. 関西病虫研報 48 : 17-22.
- 22) MAEDA, Y, HORITA, M, SHINOHARA, H, KIBA, A, OHNISI, K, TUSHIMA, S, HIKICHI, Y (2007). Analysis of sources of oxolinic acid-resistant field strains of *Burkholderia glumae* based on rep-PCR analysis and nucleotide sequences of *gyrB* and *rpoD*. *J Gen Plant Pathol* 73 : 46-52.
- 23) ISHII, H, FRAAIJE, B A, SUGIYAMA, T, NOGUCHI, K, NISHIMURA, K, TAKEDA, T, AMANO, T, HOLLIMON, D W (2001). Occurrence and molecular characterization of strobilurin resistance in cucumber powdery mildew and downy mildew. *Phytopathology* 91 : 1166-1171.
- 24) 宮川典子, 富士 真 (2013). QoI 剤耐性イネいもち病菌の発生と対応. 第 23 回殺菌剤耐性研究会シンポジウム講演要旨集 : 25-35.
- 25) ISHII, H, YANO, K, DATE, H, FURUTA, A, SAGEHASHI, Y, YAMAGUCHI, T, SUGIYAMA, T, NISHIMURA, K, HASAMA, W (2007). Molecular characterization and diagnosis of QoI resistance in cucumber and eggplant fungal pathogens. *Phytopathology* 97 : 1458-1466.

# Bactericide Susceptibility of Bacterial Shot Hole Bacteria of Peach (mainly *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*)

By

Shuhei YAMAGUCHI\*, Kouji IYAMA\*\*, Kouhei TAGATA\*\*\*, Keiko T. NATSUAKI\*\*\*\*  
Hiromitsu NEGISHI\*\*\*\*\* and Hirosuke SHINOHARA\*\*\*\*\*†

(Received November 21, 2013/Accepted January 24, 2014)

**Summary** : Although bacterial shot hole disease is one of the most important diseases in peach production and three pathogens have been reported from the disease in Japan, there is little investigation on the dominant pathogen. As the use of bactericidal antibiotics is indispensable to control this disease, emergence of the causal bacteria with resistance to bactericides has been reported and is noticed as a serious problem in peach production. Samples of peach plants with bacterial shot hole disease were collected from 151 fields in 7 prefectures in four years from 2008 to 2011 for isolation and reaffirmation of the main causal bacteria. Most frequently isolated bacteria was identified as *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*, recognized as the dominant causal agent of bacterial shot hole disease of peach.

The bacterial isolates identified as the dominant pathogen were examined for their minimal inhibitory concentration (MIC) against oxytetracycline, oxolinic acid and streptomycin to evaluate their susceptibility.

Although all isolates tested were susceptible to oxytetracycline and oxolinic acid and showed <25 ppm (MIC), 200 isolates (43% of tested isolates) showed more than 2000 ppm (MIC) to streptomycin and were judged as resistant. The results of the survey showed the considerably higher population of *X. a.* pv. *pruni* with resistance to streptomycin in peach fields.

**Key words** : *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*, antibiotic, oxolinic acid, drug resistance bacteria

---

\* Department of International Agricultural Development, Faculty of International Food Studies, Tokyo University of Agriculture (Current affiliation: Tokyo Metropolitan Agriculture and Forestry Research Center)

\*\* Zoetis Japan Inc

\*\*\* Department of Agriculture, Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture

\*\*\*\* Department of International Agricultural Development, Faculty of International Food Studies, Tokyo University of Agriculture

\*\*\*\*\* Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture

† Corresponding author (E-mail : h3shinoh@nodai.ac.jp)