キウイフルーツかいよう病の発生生態
——発生源と伝染——

神奈川県病害虫防除所　牛山欽司（うしやまきんじ）

はじめに

キウイフルーツかいよう病は，1980年ころから静岡県に発生し始め，1982年には神奈川県にも発生するようになった新しい細菌病である。本病の病原細菌は *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* で，キウイフルーツの導入先のニュージーランドや原産地の中国では発生していない。本病は枝幹・新梢・葉・蕾・花に発生し，特に枝幹では2〜3月に菌泥を生じて枯死に至るほど病勢が急性的で，被害が激しい病害である。本病については芹澤（1986）が本誌第40巻第8号に発生生態と防除について記述している。筆者は1985年から本病について研究に着手し，1987年から1989年まで農林水産省の地域重要新技術開発促進事業中核研究「キウイフルーツ細菌病の発生生態の解明と防除法の開発」として神奈川県が主査となり，静岡県，千葉県との共同研究を行った。その成果を取りまとめて発表した（牛山ら，1992 a，1992 b）（牛山，1993）が，その中から発生源と伝染について紹介して参考に供したい。なお，現在まで本病の発生が確認された県は，静岡県，神奈川県以外に愛知県，鳥取県，福岡県，徳島県，宮崎県，和歌山県，熊本県，長野県，山梨県，福島県である。

I　寄主植物と発生源

1　雑草での寄生性

細菌病の発生生態を解明するには，病原細菌の寄主植物を知ることが重要である。本病原細菌の寄主植物は不明であるので，キウイフルーツ園の内外に自生する35科82種の雑草などにかいよう病菌の懸濁液を付傷接種して寄生性を検討した。病原性の認められた植物は，キク科のノゲシ，オニノゲシ，カントウタンポポ，ノアザミ，ナス科の *Nicotiana glutinosa*，トマト（果実），ヒルガオ科のコヒルガオ，マメ科のインゲンマメ‘マスターピース’，カウピー‘ブラックアイ’，ケシ科のタケニグサ，タデ科のギシギシ，ヒメスイバの6科13種であった。ノゲシ，オニノゲシ，*N. glutinosa*，インゲンマメ，カウピー，ギシギシで比較的明瞭な病徴が発現し，これらの病斑部からは白色コロニーの細菌が再分離された。そこで，自然条件での雑草の発病を確認するため，キウイフルーツかいよう病発生園内外の植物で褐色や黄色かさを伴った細菌病類似病斑を示していた8科12種の植物を採取し，病斑部から常法により普通寒天培地で細菌を分離した。分離した細菌は，キウイフルーツかいよう病菌L1菌株で作製したモノクローナル抗体（古屋ら，1988）を用いて蛍光抗体法で反応の有無を調査した結果，陽性反応のある細菌は一つもなく，かいよう病菌による病斑を形成する雑草は認められなかったことから，自然条件での雑草への感染・増殖は起こりにくいものと思われた。

2　マタタビ属植物からのかいよう病菌の検出と分布

キウイフルーツ（*Actinidia deliciosa*）と同属のマタタビ属植物について調査し，神奈川県逗子市，伊勢原市，小田原市，箱根町の山間地に自生するサルナシ（*A. arguta*）から葉身に黄色のかさを伴った褐色病斑を有する罹病葉（図-1）を採集した。この病斑からは普通寒天培地に乳白色の円形集落を形成する細菌が分離された。この細菌をサルナシ及びキウイフルーツ幼苗の展開直後の葉身に付傷接種した結果，病原性が認められた。この分離細菌は，対照に用いたキウイフルーツかいよう病菌と細菌学的性質が一致し，キウイフルーツかいよう病菌のモノクローナル抗体にも陽性反応（図-2）を示したことから，キウイフルーツかいよう病菌と同一種と同定し

図-1　サルナシかいよう病の病斑

Infection Source and Development of Kiwifruit Canker Pathogen, *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*.　By Kinji Ushiyama

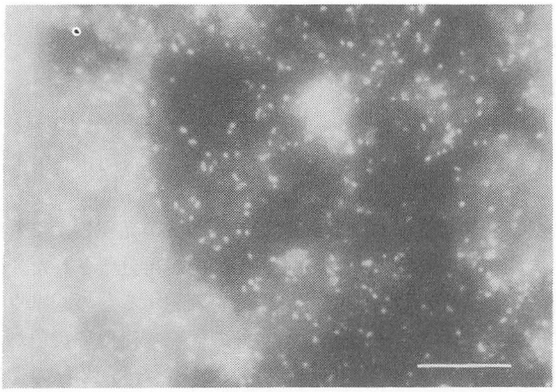

図-2　モノクローナル抗体によるキウイフルーツかいよう病菌の検出（蛍光抗体法）
白線は50 μm

た。サルナシでの細菌病の発生は未報告であったことから，日本植物病理学会大会において「サルナシ斑点細菌病」と呼称することが提唱された（陶山ら，1988）。しかし，本病原細菌はキウイフルーツかいよう病菌と同一種であることから，病名を「サルナシかいよう病」と変更した（牛山ら，1992 b）。

全国的な分布を知るため，全国の国・公立の果樹，林業及び農業関係の試験研究機関を通じて，マタタビ属植物でかいよう病類似病斑葉の採取，送付を依頼した。一方，筆者らは神奈川県内や北海道網走市の現地に赴いて採取した。その結果，かいよう病類似病斑の葉は，23県，36機関からサルナシ25点，マタタビ37点，ミヤママタタビ3点，シマサルナシ6点，キウイフルーツ4点の計75点の標本を入手した。さらに神奈川県のサルナシ9点及び北海道網走市のサルナシ4点とミヤママタタビ2点を加えた合計90点の標本から細菌を分離した。標本の病斑は，糸状菌による病斑あるいは傷や虫害による傷の周囲に黄色斑を伴ったものがほとんどであったが，神奈川県のサルナシ（3地点），静岡県のサルナシ（1地点，2サンプル），秋田県のマタタビ（1地点），北海道網走市のサルナシ（4地点）とミヤママタタビ及び和歌山県のキウイフルーツから，普通寒天培地に乳白色の集落を形成し，キウイフルーツかいよう病菌のモノクローナル抗体と反応する細菌が分離された（表-1）。病原細菌の分離された樹は，川沿いや比較的低湿地の樹であり，樹の低い位置の葉に発病が多くみられた。

マタタビ属植物から分離した細菌を，染色体数が異なるサルナシの3系統とシマサルナシ（別名ナシカズラ *A. rufa*）及びマタタビ（*A. polygama*）の挿し木苗，小田原産の野生サルナシ及びキウイフルーツ‘ヘイワード’

表-1　キウイフルーツかいよう病菌のモノクローナル抗体と反応する細菌が検出されたマタタビ属植物と採取地

植物の種類	採取地	採取年/月	葉の症状
サルナシ	神奈川県逗子市桜山	1987/5	角型病斑少，黄色かさ形成
	神奈川県逗子市桜山	1988/6	角型病斑多，黄色かさ明瞭
	神奈川県小田原市久野	1988/7	角型病斑少，黄色かさあり
	神奈川県箱根町	1990/7	角型病斑多，黄色かさあり
	静岡市梅ヵ島	1988/6	丸型と角型病斑少，黄色かさ
	北海道網走市能取ほか	1988/7	角型病斑多，黄色かさ明瞭
マタタビ	秋田県大館市片山	1988/7	角型病斑少，黄色かさ明瞭
ミヤママタタビ	北海道網走市八坂	1988/7	角型病斑少，黄色かさ少
キウイフルーツ	和歌山県かつらぎ町	1988/5	角型病斑多，黄色かさ明瞭

種実生苗の前年枝，展開直後の葉身及び未硬化の新梢に付傷接種した。サルナシから分離した細菌の18菌株は，いずれもサルナシとキウイフルーツ実生苗木の前年枝に病原性を示した。その発病程度は分離菌株で異なり，9菌株がサルナシに，8菌株はキウイフルーツにそれぞれ強い病原性を示し，そのうち5菌株は両種に強い病原性を示した。対照のキウイフルーツかいよう病菌は，供試マタタビ属植物に強い病原性を示した。染色体数に違いがあるサルナシの系統間で，本病原細菌に対する感受性の差は明らかでなかった。

サルナシとキウイフルーツとの間でかいよう病菌の自然相互感染の起こることを確認するため，自生するサルナシ2か所の樹下及びキウイフルーツかいよう病発病樹下1か所で実験を実施した。キウイフルーツ‘ヘイワード’種実生1年生苗及びサルナシ実生1年生苗の枝の先端をせん除し，12月下旬に発病樹下に移植した。5か月後に実生苗の枝の切口部などの枯れ込みや葉の発病程度を調査した結果，サルナシの自然発病樹の下に移植したキウイフルーツ実生苗では枝の枯れ込みの発病は認められなかったが，展開葉の発病が2か所とも1本ずつに認められ，典型的な角形の褐色病斑であった。移植したサルナシ実生苗では，1か所の樹下で枝の枯れ込みと展開葉に明らかな褐色病斑が認められた（表-2）。これら移植したキウイフルーツやサルナシの枝切口部や枯れ込み部及び葉の角形病斑部からは，いずれもキウイフルーツか

表-2　サルナシかいよう病，キウイフルーツかいよう病の発病樹下に設置した苗木の発病

設置場所	キウイフルーツ			サルナシ		
	枝発病	葉発病		枝発病	葉発病	
	発病樹[z]	発病樹[z]	発病度[y]	発病樹[z]	発病樹[z]	発病度[y]
サルナシかいよう病発生樹下	本	本		本	本	
(逗子市桜山)　No. 1	0/ 5(+)	1/ 5(+)	21.8	0/5	ND[x]	ND
No. 2	0/ 2(+)	1/ 2(+)	31.4	2/5(+)	1/5(+)	64.2
キウイフルーツかいよう病発生樹下 (小田原市根府川)	4/15(+)	15/15(+)	50.1	3/5(+)	5/5(+)	15.4

[z]：キウイフルーツかいよう病菌モノクローナル抗体(蛍光抗体法)による検出(+)；陽性反応

[y]：葉発病程度(無：0，少：1，中：3，多：5)，

発病度＝[Σ(発病程度別指数×調査葉数)/調査葉数×5]×100

[x]：ND；調査せず

設置期間；サルナシかいよう病発生樹下　1988年12月26日～1989年6月1日

キウイフルーツかいよう病発生樹下　1988年12月27日～1989年4月7日

表-3　キウイフルーツかいよう病発病園内に時期別に設置した苗木の発病状況と枝切口部からの病原細菌の検出状況

設置期間月/日	枝の発病苗数[z](本)	切口直下発生新梢発病状況[y]			切口部からの病原細菌検出[w]	期間中の降水量(mm)
		発病新梢数(本)	発病葉率(%)	発病度[x]		
11/24～12/23	1/3	2/3	10.5	1.5	−	95.0
12/23～ 1/25	(1)/3	3/5	36.7	9.5	+	33.5
		(0/3)[v]	(0)	(0)		
1/25～ 2/23	(2)/3	5/6	50.0	23.9	−	44.5
2/23～ 3/19	(2)/3	6/9	41.8	16.4	+	146.0
		(0/4)	(0)	(0)		
3/19～ 4/12	1/3	6/8	41.9	10.6	−	193.5
		(3/3)	(38.5)	(11.0)		
4/12～ 4/25	0/3	4/6	31.7	4.1	ND	104.0

[z]：発病苗数/調査本数，( )内：枝の一部に枯込みのあった苗本数

[y]：5月9日調査，[x]：発病度＝[Σ(発病程度別指数×調査葉数)/7×調査葉数]×100

[w]：モノクローナル抗体による検出　+；陽性，−；陰性，ND；調査せず

[v]：( )内は同一苗の枝切口部とは関係のない離れた位置の新梢の発病状況

いよう病菌のモノクローナル抗体に陽性反応を示す細菌が検出された。キウイフルーツかいよう病発生樹下に移植したサルナシの苗は，5本のうち3本で枝の枯れ込みがみられ，菌泥の発生もみられた。葉には褐色の斑点型病斑が5本のすべてにみられた。キウイフルーツ苗は，15本のうちの4本に枝の発病があり，葉の発病は15本すべてにみられ，その程度はかなり激しい発病であった。これらの病斑部からは，キウイフルーツかいよう病菌のモノクローナル抗体に反応する細菌が検出された。

以上のように，北海道などキウイフルーツが栽培されたことのない地域のマタタビ属植物からもキウイフルーツかいよう病菌と同一の性質の病原細菌が検出され，サルナシとキウイフルーツの相互の自然感染も実証されたことから，キウイフルーツかいよう病菌の発生起源はわが国在来の野生のマタタビ属植物であると考えられた。

II　病原細菌の伝染

1　キウイフルーツ枝への秋冬季自然感染と切口部での潜在感染

芹澤 (1986) は，10～3月に感染・罹病した枝，幹から2～3月に溢出するoozeが春梢への一次伝染源となることを明らかにしている。しかし，oozeの発生がみられない所でも春梢の発病があるのでその伝染源の解明が必要であった。発病樹下に，11月から翌年の4月までの間，1か月ごとに小枝を3か所切込んだキウイフルーツ‘ヘイワード’種の鉢植苗を設置し，所定期間後はキウイフルーツが周囲に栽植されていない場所に移し，発病状況を観察した結果を表-3に示した。11月～4月の間設置し

た苗で明らかな枝の発病がみられたのは，11月24日～12月23日と3月19日～4月12日の間設置した苗各1本ずつであった。12月23日～3月19日の間設置したものでは，切口部にわずかな枯れ込みや黒変が認められた。枯れ込んでいない切口部における病原細菌の存在の有無をモノクローナル抗体を用いて調べた結果，12月23日～1月25日と2月23日～3月19日の設置苗で陽性反応が認められ，かいよう病菌の潜在感染を示した。11月24日～1月25日設置苗の枝切口下部の芽から発生した新梢の葉の発病が認められたが，3月19日以前に設置した苗では，枝の切口とは関係ないところの新梢の葉の発病は認められなかった。3月19日～4月12日の設置苗ではこの期間に萌芽が始まっていたことから切口部とは関係のないところの新梢の葉の発病がみられた。3月19日以前に設置した苗では，切口部直下の芽から発生した新梢の基部の葉の発病が多く，切口部と関係ないところの新梢の発病は全く認められなかったことから，切り口部が発病していなくても潜在感染していて病原細菌が一次伝染して発病したものと思われた。

2 土壌やその他の方法での伝染

発病樹は2～3月にoozeを溢出して樹液とともに大量の病原細菌が土に滴下して土壌を汚染するので，改植などでの再感染が懸念された。現地発病樹下の雑草及び土壌を洗い出した沪液を遠沈濃縮した液で，キウイフルーツ葉に付傷接種して検定した結果，付傷接種で発病は認められず，葉を発病させるほどの病原細菌量は土壌中に存在しなかった。病原細菌を3月に土壌にかん注して，70日後に調査したところ，土壌浸出液を接種した葉に発病が認められた。しかし，95日後の調査では葉の発病は認められなかった。5月に病枝を土壌に埋設した場合，埋設直後は土中から病原細菌が検出され，葉を発病させたが，埋設25日後では発病が観察されなくなった。また，サルナシ及びキウイフルーツ実生苗を用いて浸根接種やかん注接種した場合，1部枯死した苗や落葉する苗が生じたが，改植した実生苗では全く発病は認められなかった。

罹病葉の病斑内には秋季でも病原細菌がかなりの密度で存在する（芹澤・市川，1993）が，落葉した病斑部からは病原細菌は検出されなかった。

多くの植物病原細菌が風を伴った雨で飛散して広い範囲に発病するが，現地調査の結果，本病原細菌も120～300m飛散して発病したと思われる事例があった。この飛散を防止するのに防風垣根が有効である事例もあった。

以上のことから，本病原細菌は土壌中や落葉の病斑内では生存・増殖はできなく，キウイフルーツ樹上で枝幹→葉→枝幹の伝染環をとるものと言える。

おわりに

本病原細菌はもともとわが国に存在していたもので，増殖により好適なキウイフルーツが導入されたために病原菌となったものと思われる。新たな作物を導入する場合，在来の近縁植物に発生している病害とそれからの伝染に十分注意しなければならない事例である。今までの発生地の拡大は，発生地からの苗木や穂木の移動など人為的な場合が多い。他の植物細菌病と同様に，本病についても早期発見・早期防除が重要である。

本研究を行うにあたり，関係機関の方々に有益な助言や多大なご協力を賜り心からお礼申し上げる。

引用文献

1) 古屋由美子ら (1988)：日植病報 54：380.
2) 芹澤拙夫 (1986)：植物防疫 40：390～394.
3) ――――・市川 健(1993)：日植病報 59：469～476.
4) 陶山一雄ら (1988)：同上 54：378.
5) 牛山欽司ら (1992 a)：同上 58：426～430.
6) ――――ら (1992 b)：同上 58：476～479.
7) ―――― (1993)：神奈川園試研報 43：1～47.

本会発行図書

農薬適用一覧表（平成6農薬年度）

農林水産省農薬検査所監修

定価3,200円（本体3,107円）送料340円

A5判 391ページ

平成6年9月30日現在，当該病害虫（除草剤は主要作物）に適用のある登録農薬をすべて網羅した一覧表で，殺菌剤，殺虫剤，除草剤，植物成長調整剤に分け，各作物ごとに適用のある農薬名とその使用時期，使用回数を分かりやすく一覧表としてまとめ，付録として，毒性及び魚毒性一覧表及び農薬商品名・一般名対比表を付した。農薬取扱業者の方はもちろんのこと病害虫防除に関係する方の必携書として好評です。