

圃場接種試験によるチャ品種・系統の赤焼病抵抗性判定

吉田 克志

(平成 27 年 9 月 30 日受理)

Assay of Bacterial Shoot Blight Resistance among Tea Cultivars and Breeding Lines using a Field Inoculation Test

Katsuyuki Yoshida

I 緒 言

チャ赤焼病（以下、赤焼病、病原細菌：*Pseudomonas syringae* pv. *theae* (Hori 1915) Young, Dye & Wilkie 1978) は主に晩秋から春期の低温時に茶園で発生する細菌病であり、現在、糸状菌病である炭疽病と輪斑病と共にチャの三大病害とされている。赤焼病は 1914 年に静岡県で初めて確認され（堀，1914），その後、静岡県内の静岡雑 131 の幼木園で発生が多く認められた（戸崎，1965）。そして 1975 年から鹿児島県（荒井ら，1979）で、1979 年から静岡県（堀川，1985）で‘ゆたかみどり’，‘するがわせ’等の成木園で多発生が認められた。現在、赤焼病は全国各地で認められ、中でも静岡県と鹿児島県における発生が多い（堀川，1989；富濱，2009）。赤焼病が多発生した場合、一番茶の収量が激減、著しくは皆無になるため、チャの病害の中で、経済的な被害が最も大きい（成澤ら，1991；富濱，2005）。赤焼病の発生は、環境条件や栽培条件に大きく左右され、過剰な施肥（宮田ら，2003；富濱，2009）、秋期のマシン油乳剤散布（富濱，2009）および霜寒害（安藤，1988；富濱，2009）により赤焼病が多発する。また、氷核活性細菌による赤焼病の発病助長が報告されている（富濱，2006）。赤焼病は成木園に比べ、幼木園での発生が多く、甚発生の場合、ほぼ全ての越冬葉が発病、その後落葉し（図-1）、成園化が 1 年遅れるほどの被害が生じる（戸崎，1965；堀川，1982）。一方、全国の主要茶産地に発生が拡大し

た侵入害虫チャトゲコナジラミ (*Aleurocanthus camelliae* Kanmiya & Kasai) の防除として、越冬幼虫への冬期マシン油乳剤散布が有効であり、基幹防除として導入する府県が多い（山下ら，2010）。しかし、吉田ら（2013）は、冬期のマシン油乳剤散布は赤焼病の発病を助長することを明らかにした。このため、冬期のチャトゲコナジラミ防除を目的としたマシン油乳剤使用により、全国的な赤焼病の増加が懸念されている。

チャの三大病害の中で、輪斑病と炭疽病については、既に接種検定法が確立され（Takeda，2003；Yoshida ら，2006）、両病害に対する主要品種の抵抗性の程度ならびに抵抗性の遺伝様式が明らかにされており（Takeda，



図-1 2015 年 2 月鹿児島県枕崎市‘なんめい’茶園における赤焼病の激発全株が同様に発病し、3 月には全ての感染葉が落葉した。

2003; 池田ら, 2004; Yoshida ら, 2006), 両病害に対する抵抗性品種‘さえあかり’が育成された(吉田ら, 2012). しかし, チャ品種の赤焼病抵抗性に関する研究は, 古い品種を対象とした研究である上に, 報告ごとに抵抗性の評価が異なる.(岡部, 1956; 堀川, 1985, 1989; 静岡県茶業試験場, 1988).

本研究では, 近年の育成品種を含むチャ品種・系統の赤焼病抵抗性を明らかにすることを目的として, 圃場接種試験により赤焼病抵抗性を判定した. また, 冬期のマシン油乳剤散布は赤焼病の発病を助長するので(吉田ら, 2013), この現象を利用し, 人為的な赤焼病甚発生の環境条件とした後に赤焼病細菌を接種することによって, 強度抵抗性品種を判別する手法を開発した. なお, 本研究の一部は農林水産省・食品産業科学技術推進事業 23014「中山間地域の茶業活性化に資するチャ品種とその利用技術の開発」(平成23年~25年)の助成を受けて行った.

II 材料と方法

1 供試菌

供試細菌として, 鹿児島県農業開発総合センター茶業部保存菌株 *P. syringae* pv. *theae* K9301 株を供試した. 接種源の調製は既報(吉田ら, 2013)に従った. また, 野菜茶業研究所保存菌株のチャ輪斑病菌 *Pestalotiopsis longiseta* (Spegazzini) Dai et Kobayashi の NP2-2-1 株およびチャ炭疽病菌 *Discula theae-sinensis* (I. Miyake) Moriwaki & Toy. Sato, comb. Nov. の CT001 株を既報(Yoshida ら, 2010)に従って接種源として調製した.

2 供試品種・系統

a 品種・系統の圃場接種試験

野菜茶業研究所枕崎茶業研究拠点の E4 園で栽培している表-1~表-3 に示すチャ (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) の 160 品種・系統を供試し, 圃場接種試験を4年間反復して行った. この中には農林認定品種 56 品種(表-1), 府県・民間育成品種・系統 56 点(表-2), 野菜茶業研究所育成品種・系統 48 点(表-3)が含まれる. これらは2006年3月に各品種・系統を2本ずつ, 株間 50cm, 単条植えて定植した. 供試品種には, チャ育成系統評価試験(旧系統適応性検定試験, 以下, 旧系適試験)で品種育成の比較品種として用いられる‘やぶきた’, ‘ゆたかみどり’, ‘おくみどり’, ‘かなやみどり’, ‘さやまかおり’, ‘さえみどり’が含まれる.

b 新品種および新品種候補系統の圃場接種試験

旧系適試験 11 群供試系統の新品種‘きりり 31’は2005年3月に J1 園に定植, 旧系適試験 12 群から品種候補として選抜予定の宮崎 34 号および金谷 33 号は2008年3月に E3 園に定植し, 比較品種として‘やぶきた’, ‘おくみどり’, ‘さやまかおり’を供試した. さらに, 新品種の‘なごみゆたか’, ‘さえあかり’, ‘おくはるか’は, 2010年10月に N3 園に定植し, ‘やぶきた’と‘おくみどり’を比較品種として試験を行った. J1, E3, N3 園の1品種の畝の大きさ(幅×長さ)は, 約 1.8m × 6m である.

c マシン油乳剤を使用した圃場接種試験

マシン油乳剤を使用した圃場接種試験には, 2010 年度~2012 年度の試験結果で赤焼病の発病程度が異なった品種を供試した. 供試品種は枕崎茶業研究拠点内の F2 園に 1985~90 年に定植した‘あさつゆ’, ‘やぶきた’, ‘あかね’, ‘なつみどり’, ‘やえほ’, ‘べにひかり’, ‘かなやみどり’, ‘さやまかおり’, ‘おくみどり’, ‘しゅんめい’, ‘さえみどり’, ‘みなみさやか’, ‘べにふうき’, ‘さみどり’の計 14 品種である. これらは, 1 畝の大きさ(幅×長さ)は約 1.8m × 10 m で, 2013 年度の試験後の 2014 年 6 月に中切り更新を行った.

d 試験圃場の施肥量

接種試験を実施した各園の年間施肥量は成分量で窒素 40.1, リン酸 16.8, カリ 7.8 (kg/10a) であり, 8 月下旬に堆肥を 1t/10a 相当量散布した.

3 接種および発病調査

圃場接種は, 背負い式電動噴霧器 (SBR301K, 株やまびこ) を用いて, 約 1×10^8 cfu/ml に調整した赤焼病菌懸濁液を樹冠面に 100ml/ m^2 無傷接種した. 接種は降雨直後もしくは降雨時に行った. 発病調査は全品種・系統の発病調査が可能な早生品種の萌芽期に実施し, 50cm × 50cm 枠を用いて枠内の罹病葉を数えた. E4 園での試験では, 1 品種・系統当たり 2 個体の南北 2 か所合計 4 か所を調査し, その平均値を 1 m^2 あたりの発病葉数に換算した. その他の試験では, 畝を南北に縦断する形で 50cm 枠を用いて 3 か所調査し, それを 1 区分として 3 反復調査し, 1 m^2 あたりの発病葉数に換算した.

a 品種・系統の圃場接種試験

E4 園の圃場接種試験は 2010 年度, 2011 年度, 2012

年度および2014年度に行った。2010年度の試験では2010年12月28日に接種し、2011年3月10～14日に発病調査を行った。2011年度の試験では2011年12月22日に接種し、2012年3月24～25日に発病調査を行った。2012年度の試験では、2012年12月28日に接

種し、2013年3月14～15日に発病調査を行った。2014年度の試験では、2014年12月16日に接種し、2015年3月13～14日に発病調査を行った。なお、‘からべに’、‘きらか’、‘TR777’および枕崎20号は2010年度の試験時は生育不十分であったため、供試しなかった。

表－1 供試した農林認定品種

農林 番号	品種名	来歴 ^{a)}	用途 ^{b)}	農林 番号	品種名	来歴	用途
1	べにほまれ	アッサム実生選抜 (A)	紅	29	うんかい	たかちほ×宮F ₁ 9-4-48 (S×A)	釜
2	あさつゆ	宇治種実生選抜 (S)	緑	30	かなやみどり	S6×やぶきた (S×S)	緑
3	みよし	宇治種実生選抜 (S)	緑	31	さやまかおり	やぶきた実生選抜 (S)	緑
4	たまみどり	宇治種実生選抜 (S)	緑	32	おくみどり	やぶきた×静在16 (S)	緑
5	さやまみどり	宇治在来実生選抜 (S)	緑	33	とよか	さやまみどり×やぶきた (S×S)	緑
6	やぶきた	静岡在来実生選抜 (S)	緑	34	おくゆたか	ゆたかみどり×NN8 (S×S)	緑
7	まきのはらわせ	静岡在来実生選抜 (S)	緑	35	めいりよく	やぶきた×Z1 (S×S)	緑
8	こやにし	宇治種選抜 (S)	緑	36	ふくみどり	やぶきた×埼23-17 (S×S)	緑
9	ろくろう	在来選抜 (S)	緑	37	しゅんめい	ゆたかみどり×NN8 (S×S)	緑
10	やまとみどり	奈良在来実生選抜 (S)	緑	38	みねかおり	やぶきた×うんかい (S×A)	釜
11	たかちほ	在来選抜 (S)	釜	39	みなみかおり	やぶきた×宮A11 (S×C)	緑
12	いんど	アッサム雑種選抜 (A×S)	紅	40	さえみどり	やぶきた×あさつゆ (S×S)	緑
13	はつもみじ	Ai2×Nka05 (A×S)	紅	41	ふうしゅん	Z1×かなやみどり (S×S)	緑
14	べにたちわせ	Ai26×Nka01 (A×S)	紅	42	みなみさやか	宮A6×NN27 (A×S)	緑
15	あかね	Ai21×Nka03 (A×S)	紅	43	ほくめい	さやまみどり×埼5507 (S×S)	緑
16	なつみどり	静岡在来選抜 (S)	緑	44	べにふうき	べにほまれ×枕Cd86 (A×C)	紅・緑・半
17	やえほ	静岡在来選抜 (S)	緑	45	りょうふう	ほうりよく×やぶきた (A×S)	緑
18	あさぎり	京都在来選抜 (S)	玉	46	むさしかおり	やぶきた×埼玉27F ₁ 73 (S×C)	緑
19	きょうみどり	京都在来選抜 (S)	玉	47	さきみどり	NN27×ME52 (S×S)	緑
20	はつみどり	三重在来実生選抜 (S)	緑	48	はるみどり	かなやみどり×やぶきた (S×S)	緑
21	べにかおり	Ai21×Nka03 (A×S)	紅	49	そうふう	やぶきた×静印雑131 (S×A)	緑・半
22	べにふじ	べにほまれ×C19 (A×C)	紅	50	さいのみどり	さやまかおり実生選抜 (S)	緑
23	ひめみどり	福岡在来選抜 (S)	玉	51	はるもえぎ	NN27×ME52 (S×S)	緑
24	いずみ	べにほまれ実生選抜 (A×S)	釜	52	みやまかおり	京研283×さやまみどり (S×S)	緑
25	さつまべに	Nka03×Ai18 (S×A)	紅	53	ゆめわかば	やぶきた×埼玉9号 (S×S)	緑
26	おくむさし	さやまみどり×やまとみどり (S×S)	緑	54	ゆめかおり	さやまかおり×宮崎8号 (S×A)	緑
27	やまなみ	中国湖北省導入実生選抜 (C)	釜	55	さえあかり	Z1×さえみどり (S×S)	緑
28	べにひかり	べにかおり×枕Cn1 (A×C)	紅	56	はるのなごり	埼玉1号×宮崎8号 (S×A)	緑

a) () 内の英字は、それぞれA:アッサム変種またはアッサム雑種、C:海外導入中国変種の品種、S:日本在来中国変種の品種を示す。

b) 主な用途を示し。「緑」は緑茶用、「紅」は紅茶用、「半」は半発酵茶用、「釜」は釜炒り茶用、「碾」は碾茶用、「玉」は玉露用を示す。

旧系適 11 群と 12 群の接種試験は 2011 年度と 2012 年度に行った。2011 年度の試験では、2011 年 12 月 21 日に接種し、2012 年 3 月 26 日に発病調査を行った。2012 年度の試験では 2013 年 1 月 16 日に接種し、3 月 13 日に発病調査した。新品種の接種試験は、2013 年度と 2014 年度に行った。2013 年度の試験は 2013 年 12

月 26 日に接種し、2014 年 3 月 17 日に発病調査を行った。

2014 年度の試験は 2015 年 1 月 26 日に接種し、3 月 14 日に調査した。また 2014 年度の新品種の接種試験では、後述するマシン油乳剤散布を併用した接種試験も併せて行い、下記 b の方法で 2015 年 1 月 25 日にマシン油乳剤を散布した。

表-2 供試した府県および民間育成品種・系統ならびに海外導入品種

育成者	品種・系統名	来歴	用途	育成者	品種・系統名	来歴	用途
静岡	くりたわせ	静岡在来選抜 (S)	緑	京都	京45	京都在来選抜 (S)	緑
静岡	ただにしき	アッサム実生選抜 (A)	紅	京都	京研283	京都在来選抜 (S)	緑
静岡	くらすわ	やぶきた実生選抜 (S)	緑	三重	三重緑萌1号	やぶきた実生選抜 (S)	緑
静岡	ふじみどり	静7224 (A)	緑	三重	三重うえじま	在来種実生選抜 (S)	緑
静岡	ほうりよく	アッサム雑種選抜 (A)	緑	鹿児島	あさのか	やぶきた×鹿Cp1 (S×C)	緑
静岡	からべに	中国湖北省実生選抜 (C)	紅	鹿児島	鹿CA278	鹿Ch2×Ai57 (C×A)	緑
静岡	するがわせ	やぶきた実生選抜 (S)	緑	埼玉	埼玉1号	埼玉53G1-7×さやまみどり (S)	緑
静岡	おおいわせ	やえほ×やぶきた (S×S)	緑	埼玉	埼玉9号	やぶきた実生選抜 (S)	緑
静岡	やまかい	やぶきた実生選抜 (S)	緑	宮崎	宮崎8号	宮A-6×NN27 (A×S)	緑
静岡	おくひかり	やぶきた×静Gy225 (S×C)	緑	宮崎	宮崎17号	さやまかおり×ME52 (S×S)	緑
静岡	さわみずか	やぶきた×ふじみどり (S×A)	緑	宮崎	宮崎21号	みなみさやか×おくゆたか (A×S)	緑
静岡	山の息吹	やぶきた実生選抜 (S)	緑	宮崎	ME52	宮崎在来選抜 (S)	緑
静岡	香駿	くらすわ×かなやみどり (S×S)	緑	台湾	鉄観音	中国導入品種 (C)	半
静岡	つゆひかり	静7132×あさつゆ (S)	緑	台湾	大葉烏龍	中国導入品種 (C)	半
静岡	静在16	静岡在来選抜 (S)	緑	台湾	青心大パン	中国導入品種 (C)	半
静岡	静印雑131	アッサム雑種選抜 (A)	緑	台湾	武夷	中国導入品種 (C)	半
静岡	静7132	やぶきた実生選抜 (S)	緑	台湾	台茶17号	中国導入品種 (C)	半
京都	てらかわわせ	宇治在来種選抜 (S)	碾	越南	TR777	ベトナム導入品種 (A)	紅
京都	あさひ	宇治種実生選抜 (S)	碾	民間	大棟	静岡在来選抜 (S)	緑
京都	さみどり	京都在来選抜 (S)	碾・玉	民間	さとうわせ	安倍1号実生選抜 (S)	緑
京都	こまかけ	宇治種実生選抜 (S)	玉	民間	いなぐち	やぶきた実生選抜 (S)	緑
京都	うじひかり	京都在来選抜 (S)	碾・玉	民間	たかねわせ	やぶきた実生選抜 (S)	緑
京都	うじみどり	宇治種実生選抜 (S)	玉	民間	司みどり	静岡在来選抜 (S)	緑
京都	おぐらみどり	京都在来選抜 (S)	碾	民間	藤かおり	静-印雑131×やぶきた (A×S)	緑
京都	ごこう	宇治種実生選抜 (S)	玉	民間	まりし	杉山八重徳実生選抜 (S)	緑
京都	成里乃	宇治在来種選抜 (S)	碾	民間	きらか	やぶきた枝変わり (S)	緑
京都	奥の山	宇治在来種選抜 (S)	玉	民間	松寿	くりたわせ枝変わり (S)	緑
京都	鳳春	さみどり実生選抜 (S)	玉	民間	藤沢晩生	埼玉在来選抜 (S)	緑

a) () 内の英字は、それぞれA:アッサム変種またはアッサム雑種、C:海外導入中国変種の品種または系統、S:日本在来中国変種の品種・系統を示す。

b) 主な用途を示し。「緑」は緑茶用、「紅」は紅茶用、「半」は半発酵茶用、「釜」は釜炒り茶用、「碾」は碾茶用、「玉」は玉露用を示す。

b マシン油乳剤散布後の圃場接種試験

マシン油乳剤散布後に接種する試験は2013年度と2014年度に行った。2013年度の試験では、2014年2月5日に97%マシン油乳剤（トモノールS, OATアグリオ）50倍を1m幅で一畝3か所200L/10a相当量を散布し、2月7日に赤焼病菌を接種した。初発は3月1日に確認され、調査は3月21日に行った。2014年度の試験では、2015年1月25日に97%マシン油乳剤50倍を散布し、1月26日に接種した。初発は2月14日に確認され、調査は3月11日に行った。

c 茶葉へのマシン油乳剤処理が炭疽病と輪斑病の発病に及ぼす影響

2012年3月16日に、圃場から‘やぶきた’と‘べにふうき’の越冬葉を採取した。水洗・風乾後に97%マシン油乳剤50倍に浸漬し、保水したオアシス育苗成形培地（ニッソーグリーン）に挿して15℃の人工気象器内で3時間保持し、風乾した。その後、炭疽病菌と輪斑病菌を既報（Yoshidaら、2010）に従い、接種・培養した。3月26日に病斑長径を計測し、マシン油乳剤処理の有無が炭疽病と輪斑病の病斑拡大に及ぼす影響を調査した。

表-3 供試した野菜茶業研究所育成品種・系統

品種・系統名	来歴	用途	品種・系統名	来歴	用途
ゆたかみどり	あさつゆ実生選抜 (S)	緑	枕崎11号	Ak1843×やぶきた (A×S)	緑
しゅんたろう	埼玉9号×枕F ₁ 33422 (S×A)	緑	枕崎12号	べにたちわせ×かなやみどり (A×S)	緑
なんめい	さやまかおり×枕崎13号 (S×A)	緑	枕崎13号	やぶきた×枕F ₁ 10115 (S×A)	緑
茶中間母本農2号	やぶきた放射線突然変異 (S)	緑	枕崎14号	さつまべに×やぶきた (A×S)	緑
茶中間母本農3号	アッサム実生選抜 (A)	紅	枕崎15号	やぶきた×枕F ₁ 10115 (S×A)	緑
茶中間母本農4号	金Ck17×さやまかおり (C×S)	緑	枕崎16号	やぶきた×枕F ₁ 10087 (S×A)	緑
茶中間母本農5号	金Ck17×さやまかおり (C×S)	緑	枕崎17号	やぶきた×枕F ₁ 10123 (S×A)	緑
茶中間母本農6号	<i>C. taliensis</i> 自然交雑実生	緑	枕崎18号	やぶきた×枕F ₁ 10123 (S×A)	緑
AN3	A2×S24 (A×S)	紅	枕崎20号	さやまかおり×やえほ (S×S)	緑
NN8	たまみどり×S6 (S)	緑	枕崎21号	さやまかおり×枕在81-20 (S×S)	緑
NN27	やぶきた×静在16 (S)	緑	枕崎23号	やぶきた×枕F ₁ 10115 (S×A)	緑
S6	静岡在来選抜 (S)	緑	枕崎24号	さやまかおり×ME52 (S)	緑
S24	静岡在来選抜 (S)	緑	枕崎25号	やえほ×枕系28-1 (S×S)	緑
Z1	たまみどり実生選抜 (S)	緑	枕崎26号	かなやみどり×枕F ₁ 10087 (S×A)	緑
金谷13号	AN3×かなやみどり (A×S)	緑	枕崎27号	枕崎13号×こまかげ (A×S)	緑
金谷15号	ゆたかみどり×くらすわ (S×S)	緑	枕崎28号	Z1×さえみどり (S×S)	緑
枕崎1号	べにかおり×Ak937 (A×A)	紅	枕崎29号	Z1×さえみどり (S×S)	緑
枕崎2号	枕Cd80×Ak937 (C×A)	紅	枕崎31号	さやまかおり×枕崎13号 (S×A)	緑
枕崎4号	べにたちわせ×べにひかり (A×A)	紅	枕崎32号	ふうしゅん×さえみどり (S×S)	緑
枕崎5号	べにたちわせ×べにひかり (A×A)	紅	枕崎33号	さきみどり×さえみどり (S×S)	緑
枕崎6号	京都在来選抜 (宇治市) (S)	緑	枕崎34号	さやまかおり×枕崎13号 (S×A)	緑
枕崎7号	京都在来選抜 (京都市) (S)	緑	枕崎36号	ふうしゅん×さえみどり (S×S)	緑
枕崎8号	福岡在来選抜 (黒木町) (S)	緑	枕F ₁ 10123	枕F ₁ 288×べにたちわせ (A×A)	緑
枕崎10号	枕F ₁ 288×やぶきた (A×S)	緑	枕F ₁ 67480	IND113×NN27 (A×S)	紅

表中の記載は表-2の通り。

4 統計解析

圃場接種試験では、赤焼病発病の年次間差及び品種・系統間差が大きかったことから、データの解析にはエクセル統計 2012 を用い、ノンパラメトリック分析を行った。年度別の品種・系統の発病葉数の平均値の記述統計量を計算し、発病葉数の中央値ならびに外れ値の算出と年度別の発病葉数の箱ひげ図を作成した。また、平均値を用いた赤焼病発病葉数の年次間差と品種・系統間差について、クラスカル・ウォリス検定を行った。次に、以下の式で、発病葉数の中央値に対する各供試品種・系統の比率（以下、中央値比）を試験年度ごとに算出した。

中央値比 = 品種・系統の発病葉数 / 発病葉数の中央値

この中央値比を用いて、前述の平均値の場合と同様の手法で統計解析を行った。

また、前項 c の試験では、一元配置分散分析と Tukey の多重検定を行った。

III 結果

1 品種・系統の圃場接種試験

a 圃場接種試験結果の統計解析

E4 園の 4 年間の圃場接種試験の結果、赤焼病の発病に年次間差および品種・系統間差が認められた。試験年度ごとの供試品種・系統の発病葉数の平均値を用いて記述統計量を計算し、箱ひげ図を作成すると、発病葉数の年次間差および品種・系統間差が大きいことが示された（図-2A）。各試験年度の中央値は、2010 年度が 34.0、2011 年度が 35.5、2012 年度が 160.3、2013 年度が 68.0 となり、上側外れ値となった品種・系統は、2010 年度は 2 点、2011 年度は 10 点、2012 年度は 1 点、2014 年度は 2 点認められた。次に平均値を用いた発病葉数の年次間差および品種・系統間差をそれぞれクラスカル・ウォリス検定したところ、いずれも 1% 水準で有意差が認められた（表-4、表-5）。一方、中央値比を用いて記述統計量を計算し、箱ひげ図の作成（図-2B）と、発病葉数の年次間差および品種・系統間差のクラスカル・ウォリス検定を行ったところ、年次間の有意差は無く、品種・系統間は 1% 水準で有意差が認められた（表-4、表-5）。そこで、赤焼病の品種・系統間の抵抗性は中央値比の比較で判定した。

b 品種・系統の抵抗性判定

E4 園の 160 品種・系統の 4 年間の圃場接種試験の中央値比の平均値を算出し、赤焼病抵抗性の強弱を判定し

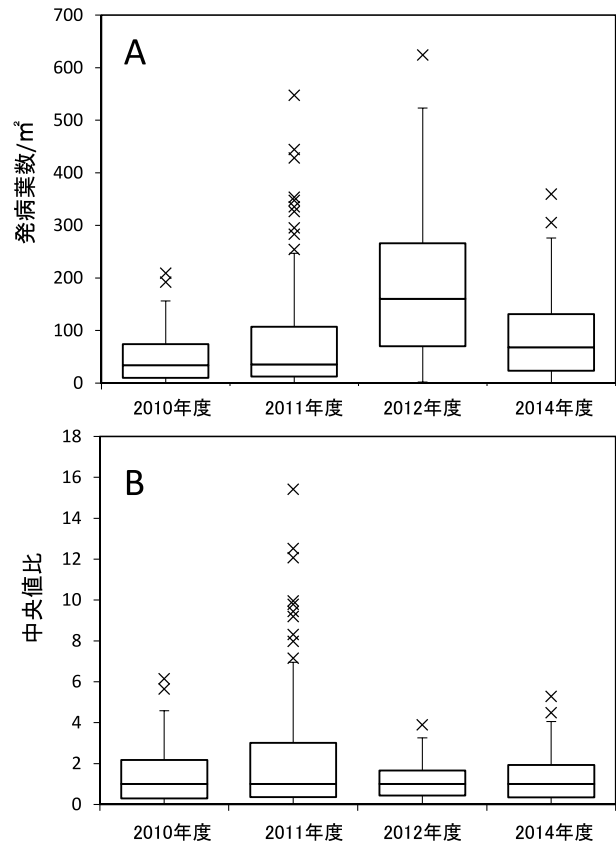


図-2 圃場接種試験によるチャ品種・系統の赤焼病発病の年次間差

A: 発病葉数の平均値から作成した箱ひげ図。

B: 各年度の中央値に対する発病葉数の比（中央値比）から作成した箱ひげ図。

a) 図中の×は外れ値を示す。

た。中央値比の箱ひげ図（図-2B）の下側 1/4 点の 4 年間の平均値と標準偏差は 0.357 ± 0.05 である。そこで、中央値比 0.4 未満を抵抗性「強」、さらに中央値比 0.2 未満を「極強」とした。また、中央値比が 0.4 以上 0.6 未満を「中」、0.6 以上 1.0 以下を「やや弱」、1.0 以上 2.0 未満を「弱」、2.0 以上を「極弱」とし、6 段階に分類した（表-6）。各抵抗性の品種・系統数は、「極強」が 15 点、「強」が 13 点、「中」が 16 点、「やや弱」が 29 点、「弱」が 42 点、「極弱」が 45 点となった（表-6）。抵抗性「極強」の「さえあかり」と「極弱」の「藤沢晩生」の病徴の差を図-3 に示す。また、育成系統評価試験の比較品種の赤焼病抵抗性は、「おくみどり」と「さやまかおり」は「強」、「やぶきた」と「さえみどり」は「やや弱」、「ゆたかみどり」は「弱」と判定された。

c 新品種および品種候補系統の抵抗性判定

新品種と品種候補系統の赤焼病抵抗性は比較品種との

表－4 圃場接種試験におけるチャ品種・系統における赤焼病発病の年次間差のクラスカル・ウォリス検定

検定データ：平均値					検定データ：中央値比				
水準	2011年	2012年	2013年	2015年	水準	2011年	2012年	2013年	2015年
n	156	160	160	160	n	156	160	160	160
平均順位	228.76	271.28	451.33	320.38	平均順位	315.37	342.38	307.54	308.63
カイ二乗値	自由度	P 値	判定		カイ二乗値	自由度	P 値	判定	
131.4266	3	0.0000	**		3.7798	3	0.2862	—	

a)**：1%有意，—：有意差なし。

発病葉数の差で評価した。新品種‘きらり31’は「やや弱」の‘やぶきた’より発病葉数が多く、抵抗性は「弱」と判定された。また、金谷33号と宮崎34号は‘さやまかおり’と同等の発病葉数で抵抗性「強」と判定された(表－7)。次に、新品種‘おくはるか’、‘なごみゆたか’および‘さえあかり’の赤焼病抵抗性を調査した(表－8)。2013年度と2014年度の‘やぶきた’の発病葉数の差は大きかったが、供試新品種の2年間の発病は同等で、‘おくはるか’は「やや弱」、‘なごみゆたか’は「中」、‘さえあかり’は「強」と判定された。また、2014年度の試験では、マシン油乳剤散布が発病に及ぼす影響を同時に調査し、‘おくはるか’、‘なごみゆたか’は発病葉数が増加し「弱」と判定されたが、‘さえあかり’は‘おくみどり’と同等の「強」と判定された。

2 マシン油乳剤散布後の圃場接種試験

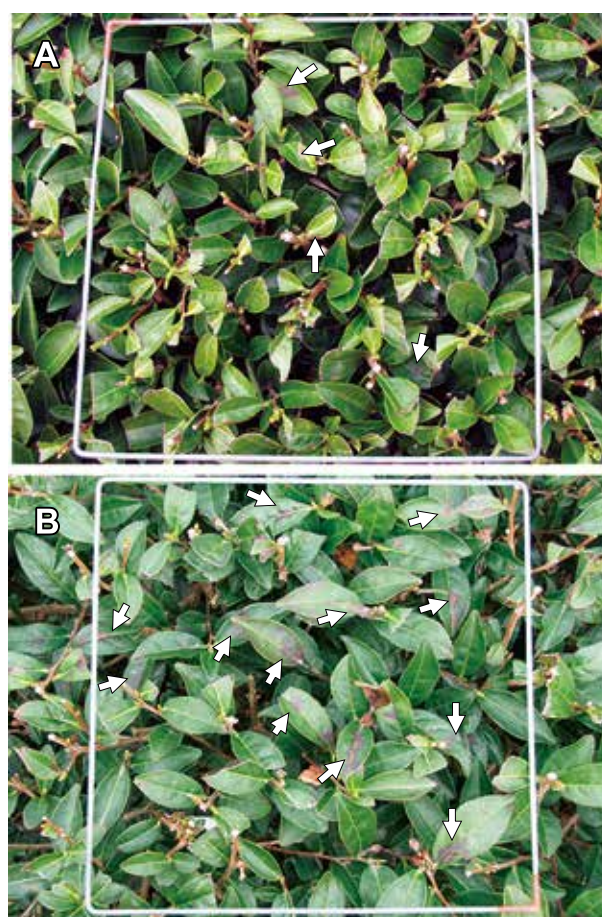
2013年度の試験では、無処理の赤焼病の発病葉数は‘さえみどり’の64.7枚/㎡が最多であったが、マシン油乳剤を散布した場合、発病の助長程度に顕著な品種間差が認められた(図－4)。表－6で抵抗性「極強」～「強」と判定された‘あかね’、‘やえほ’、‘べにひかり’、‘さやまかおり’、‘しゅんめい’および‘べにふうき’のマシン油乳剤散布による発病葉数は21枚/㎡以下で、発病助長は少ないが、‘おくみどり’は55.8枚/㎡に発病葉数が増加し、‘なつみどり’は203.3枚/㎡と著しく発病葉数が増加した。一方、マシン油乳剤散布した抵抗性「中」の‘みなみさやか’と‘さみどり’は無処理の約5倍に発病葉数が増加した。これに対し、抵抗性「中」の‘あさつゆ’、‘やや弱’の‘やぶきた’、‘さえみどり’および「極弱」の‘かなやみどり’は300枚/㎡以上に発病葉数が増加した。

2014年度の試験では、無処理の赤焼病の発病葉数は「極弱」の‘かなやみどり’が最多で274枚/㎡であり、2013年度の試験より発病葉数が多い傾向であった(図－4)。マシン油乳剤を散布した場合、抵抗性「極強」または「強」の‘あかね’、‘やえほ’、‘べにひかり’、‘さやまかおり’、‘べにふうき’の発病葉数は、50枚/㎡以下

表－5 圃場接種試験におけるチャ品種・系統間の赤焼病発病葉数のクラスカル・ウォリス検定

検定データ	水準	n		
平均値	160	4		
中央区比	160	4		
検定データ	カイ二乗値	自由度	P 値	判定
平均値	357.9270	159	0.0000	**
中央区比	454.7708	159	0.0000	**

a) 平均順位は省略。b)**：1%有意。



図－3 圃場接種による赤焼病発病の品種間差異
Aは‘さえあかり’（抵抗性・極強）、Bは‘藤沢晩成’（極弱）を示し、図中の白矢印は病斑を示す。
2011年3月19日に撮影、写真の枠は30cm枠。

表-6 圃場接種試験によるチャ品種・系統の赤焼病抵抗性判定

順位	品種・系統名	中央値比	抵抗性	順位	品種・系統名	中央値比	抵抗性	順位	品種・系統名	中央値比	抵抗性
1	茶中間母本農6号	0.027		55	枕崎27号	0.726		109	静7132	1.800	
2	やえほ	0.040		56	松寿	0.757		110	埼玉1号	1.809	
3	あかね	0.049		57	ただにしき	0.769		111	司みどり	1.849	
4	はつもみじ	0.082		58	枕崎14号	0.776		112	きらか	1.867	弱
5	べにふうき	0.084		59	おくむさし	0.777		113	静在16	1.887	
6	枕崎31号	0.087		60	京研283	0.781		114	なんめい	1.941	
7	茶中間母本農4号	0.125		61	やぶきた	0.807		115	Z1	1.999	
8	枕崎2号	0.131	極強	62	さえみどり	0.832		116	三重緑萌1号	2.003	
9	さえあかり	0.131		63	ほうりよく	0.884	やや弱	117	枕崎18号	2.014	
10	台茶17号	0.145		64	やまなみ	0.894		118	はるもえぎ	2.028	
11	べにひかり	0.155		65	こやにし	0.902		119	こまかげ	2.046	
12	茶中間母本農3号	0.156		66	てらかわわせ	0.908		120	S6	2.089	
13	なつみどり	0.172		67	宮崎17号	0.913		121	たかちほ	2.117	
14	いんど	0.193		68	鉄観音	0.921		122	とよか	2.121	
15	べにかおり	0.195		69	うじみどり	0.939		123	AN3	2.205	
16	おくみどり	0.223		70	宮崎21号	0.970		124	枕崎17号	2.278	
17	枕崎29号	0.232		71	ごこう	0.976		125	めいりよく	2.281	
18	べにたちわせ	0.237		72	たかねわせ	0.979		126	おくゆたか	2.318	
19	枕崎5号	0.238		73	枕崎28号	0.993		127	みやまかおり	2.328	
20	あさぎり	0.272		74	ほくめい	1.006		128	香駿	2.346	
21	おおいわせ	0.277	強	75	むさしかおり	1.034		129	みよし	2.353	
22	さやまかおり	0.282		76	三重うえじま	1.036		130	ひめみどり	2.369	
23	枕崎4号	0.287		77	さきみどり	1.036		131	ふくみどり	2.371	
24	枕崎32号	0.288		78	成里乃	1.056		132	みねかおり	2.377	
25	茶中間母本農5号	0.318		79	さいのみどり	1.143		133	さわみずか	2.474	
26	枕崎13号	0.336		80	枕崎7号	1.171		134	つゆひかり	2.477	極弱
27	からべに	0.358		81	埼玉9号	1.173		135	さつまべに	2.489	
28	しゅんめい	0.375		82	ゆたかみどり	1.220		136	いなぐち	2.519	
29	茶中間母本農2号	0.420		83	鳳春	1.250		137	枕崎36号	2.525	
30	みなみさやか	0.427		84	青心大パン	1.261		138	うんかい	2.725	
31	あさつゆ	0.438		85	はるのなごり	1.262		139	さとうわせ	2.747	
32	べにほまれ	0.439		86	枕崎10号	1.278		140	かなやみどり	2.792	
33	きょうみどり	0.445		87	あさひ	1.322		141	枕崎6号	2.819	
34	さみどり	0.450		88	ふじみどり	1.357		142	枕崎26号	2.869	
35	枕崎11号	0.457		89	ゆめわかば	1.365		143	山の息吹	2.907	
36	金谷15号	0.457	中	90	あさのか	1.392	弱	144	いずみ	2.951	
37	おぐらみどり	0.475		91	ろくろう	1.426		145	しゅんたろう	3.061	
38	ふうしゅん	0.476		92	はるみどり	1.471		146	枕崎16号	3.159	
39	りょうふう	0.479		93	枕崎12号	1.524		147	枕崎25号	3.182	
40	たまみどり	0.479		94	金谷13号	1.556		148	NN27	3.200	
41	奥の山	0.534		95	そうふう	1.595		149	枕崎21号	3.333	
42	はつみどり	0.564		96	京45	1.611		150	S24	3.364	
43	枕崎15号	0.571		97	枕崎1号	1.619		151	枕崎23号	3.456	
44	武夷	0.577		98	べにふじ	1.627		152	枕崎24号	3.530	
45	うじひかり	0.617		99	ME52	1.628		153	まりし	3.943	
46	大葉烏龍	0.626		100	くらさわ	1.636		154	NN8	4.136	
47	枕F ₁ 67480	0.648		101	やまかい	1.643		155	静印雑131	4.343	
48	みなみかおり	0.654		102	ゆめかおり	1.646		156	おくひかり	4.501	
49	宮崎8号	0.664	やや弱	103	するがわせ	1.666		157	藤かおり	4.554	
50	さやまみどり	0.674		104	枕F ₁ 10123	1.724		158	大棟	5.720	
51	枕崎33号	0.683		105	枕崎34号	1.733		159	藤沢晩生	6.719	
52	まきのはらわせ	0.704		106	鹿CA278	1.751		160	枕崎8号	6.975	
53	くりたわせ	0.720		107	TR777	1.774					
54	枕崎20号	0.725		108	やまとみどり	1.776					

a) 中央値比0.2未満：極強、0.2以上0.4未満：強、0.4以上0.6未満：中、0.6以上1.0未満：やや弱、1.0以上2.0未満：弱、2.0以上：極弱。

b) 中央値比を発病葉数（枚/m²）に換算した場合、0.2は14.9、0.4は29.0、0.6は44.7、0.8は59.6、1.0は74.5、2.0は148.9となる。

表－7 新品種・旧系適供試系統の赤焼病抵抗性

品種・系統名	来歴	平均発病葉数 (枚/m ²)			判定
		2011年度	2013年度	平均値	
やぶきた	静岡在来 実生選抜 (S)	76.0	29.0	52.5	やや弱
おくみどり	やぶきた×静在16 (S)	17.3	3.0	10.2	強
きらり31	さきみどり×さえ みどり (S×S)	91.3	158.0	124.7	弱
さやまかおり	やぶきた 実生選抜 (S)	3.3	5.0	4.2	強
金谷33号	金F183×金谷13 号 (S×A)	1.3	5.5	3.4	強
宮崎34号	さえみどり×さき みどり (S×S)	6.0	21.0	13.5	強

a) ‘やぶきた’, ‘おくみどり’, ‘きらり31’ は2005年3月に定植,
‘さやまかおり’, 金谷33号, 宮崎34号は2008年3月に定植した。

表－8 新品種の赤焼病抵抗性とマシン油接種前散布が
発病に及ぼす影響

品種・系統名	来歴	平均発病葉数 (枚/m ²)			判定	マシン油処理区	
		2013年度	2014年度	平均値		発病葉数 (枚/m ²)	判定
やぶきた	静岡在来実生選抜 (S)	46.8	216.0	131.4	弱	481.5	極弱
おくみどり	やぶきた×静在16 (S)	4.7	13.2	9.0	強	29.0	強
なごみゆたか	埼玉16号×福8 (S×S)	46.7	43.0	44.9	中	94.5	弱
さえあかり	Z1×さえみどり (S×S)	17.3	12.3	14.8	強	26.5	強
おくはるか	埼玉20号×埼玉8 号 (S×S)	70.7	65.0	67.9	弱	110.3	弱

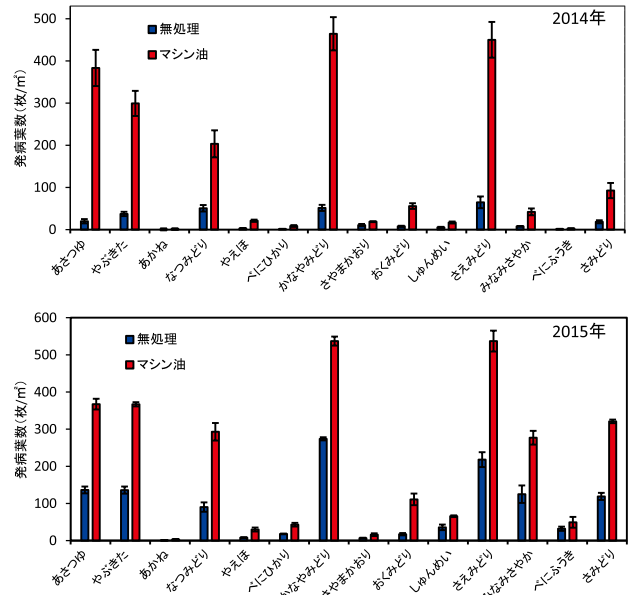
a) 供試品種は2010年10月に定植した。

表－9 越冬葉への接種前マシン油乳剤処理が輪斑病と
炭疽病の発病に及ぼす影響

供試品種	処理区	病斑長径 (mm)	
		輪斑病	炭疽病
やぶきた	無処理	16.3 ± 0.89 *	7.9 ± 0.82 *
	マシン油	17.0 ± 0.57 *	7.7 ± 0.56 *
べにふうき	無処理	3.3 ± 0.05 **	4.6 ± 0.13 **
	マシン油	3.7 ± 0.21 **	4.3 ± 0.27 **

a) 表中の±は標準誤差を示し, 異なる*数はTukey多重検定
で1%水準で有意差があることを示す (n=14)。

であったが, ‘しゅんめい’ と ‘おくみどり’ の発病葉数は 65.7 枚/m² と 111 枚/m² であり, やや多かった。また, 抵抗性「極強」の ‘なつみどり’ は 293 枚/m² に発病葉数が増加し, 表－6 で抵抗性「中」以下と判定された全ての品種で, 250 枚/m² 以上に発病葉数が増加した。また, 抵抗性「中」以下の場合, マシン油乳剤散布により, 病斑も大きくなったが, 抵抗性「極強」または「強」の病斑の大きさは無処理の場合と同様に, 小さかった (図－5, 図－6)。



図－4 接種前のマシン油乳剤散布が異なる品種の赤焼病発病助長に及ぼす影響
図中のバーは標準誤差を示す。

3 マシン油乳剤処理が輪斑病と炭疽病の発病に及ぼす影響

炭疽病と輪斑病に罹病性の ‘やぶきた’ と抵抗性の ‘べにふうき’ の越冬葉にマシン油乳剤を処理後に, 輪斑病菌と炭疽病菌を接種し, 発病に及ぼす影響を調査した。輪斑病菌を両品種に接種した場合, ‘やぶきた’ では病斑が拡大したが, ‘べにふうき’ では病斑の病斑拡大は抑制され, 品種間の病斑の大きさに有意差が認められたが, 各品種の無処理とマシン油乳剤処理の病斑の大きさに有意差は無かった (表－9)。また, 炭疽病菌を両品種に接種した場合も, 輪斑病菌を接種した場合と同様の結果が得られ (表－9), マシン油乳剤処理は発病を助長しなかった。

IV 考 察

チャ品種・系統の赤焼病抵抗性の品種間差に関する報告は, 古い品種のチャ園での自然発病を単年度試験で調査した報告が主で (堀川, 1985, 1989; 静岡県茶業試験場, 1988), 判定が報告ごとに異なる。また, 圃場接種試験は岡部 (1956) の報告だけで, 新しいチャ品種について, 圃場接種試験で赤焼病抵抗性判定を行った研究は無い。また, 赤焼病抵抗性の室内検定法が検討されているが (池田ら 2009; 池田ら, 2012), 再現性の面でまだ課題が残されている。本研究では 165 品種・系統の赤焼病抵抗性を圃場接種試験により判定した。これには全て



図-5 マシン油乳剤処理後に接種した場合の赤焼病発病の品種間差
Aは‘やえぼ（極強）’、Bは‘さえみどり（やや弱）’を示し、図中の白矢印は病斑を示す。2015年3月24日に撮影、写真の枠は20cm枠。

の農林認定品種、2015年までに品種登録された府県育成の品種、主要な民間育成品種、及びチャ育種で交配親に使用される育成系統が含まれる。赤焼病の発生は環境条件に大きく左右され、晩秋期から萌芽期前後までに霜寒害を受けた場合に、赤焼病が激発することが報告されている（安藤，1988；Tomihamaら，2009）。野菜茶業研究所枕崎茶業研究拠点はアッサム変種の遺伝資源を屋外で栽培可能な無霜地帯で、萌芽期以降に晩霜害を受けることはあるが（吉田ら，2010）、本研究実施中に霜寒害の発生は認められなかった。従って、本研究は霜寒害の影響を排除した環境条件下で、チャ品種・系統の赤焼病抵抗性を判定したと考えられる。

本研究は圃場接種試験のため、発病の年次間差が認められた。そこで、各試験年度の発病葉数の中央値を算出して、中央値に対する各品種・系統の中央値比を算出後に統計解析を行った。その結果、発病の年次間差の有意差が無いことが確認されたので、4年間の中央値比の平

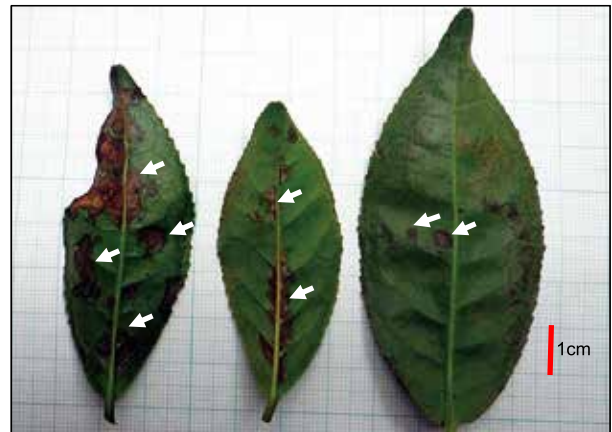


図-6 マシン油乳剤散布後に圃場接種した場合の赤焼病の病斑の品種間差
左から‘かなやみどり（極弱）’、‘おくみどり（強）’、‘あかね（極強）’の罹病葉を示し、図中の白矢印は病斑を示す。2015年3月14日に採取・撮影。

均値で品種・系統間の赤焼病抵抗性を判定した。抵抗性判断基準として、中央値比0.4未満を「強」とした。各年度の中央値比0.4を発病葉数に換算した平均値は29枚/m²である。富濱（2005）は赤焼病の要防除水準ならびに防除有効水準を提唱し、春整枝前の3月上旬時点での発病葉数が慣行園で50枚/m²未満であれば、薬剤防除は不要であることを報告した。従って、今回の試験で、中央値比0.4未満を抵抗性「強」以上と判定したのは妥当と考えられる。また、静岡県茶業試験場（1988）の報告で‘かなやみどり’は抵抗性「強」、‘やえぼ’は「やや弱」と判定されたが、本研究ではそれぞれ‘極弱」と‘極強」と判定され、抵抗性判定が逆転した。これは、圃場における自然発病を調査した静岡県茶業試験場の単年度試験と本研究における年次反復のある圃場接種試験の試験精度の差に起因すると考えられる。

本研究の結果は、赤焼病常発地における品種選定や耐病性育種の交配母樹の選定に活用できる。特に、抵抗性「極強」と判定された緑茶品種‘さえあかり’、紅茶品種の‘べにふうき’と‘べにひかり’は、炭疽病と輪斑病にも抵抗性であり（Takeda, 2003；Yoshidaら，2006；吉田ら，2012）、栽培適地が広く、製茶品質も優れることから、耐病性品種を活用した減農薬チャ栽培に有望な品種と考えられる。ただし、この3品種はもち病が発生した事例が確認されており、もち病常発地に導入する場合は注意が必要である。一方、定植後1～2年の幼木園では、赤焼病が発生しやすく（戸崎，1965；堀川，1982，1989）、2015年冬には新品种‘なんめい’の幼木園で赤焼病の甚発生が確認された（図-1）。さらに、園田ら

(2012)は台風通過後の幼木園における赤焼病の発生について報告している。幼木園と成木園における赤焼病の抵抗性を比較した報告はなく、本研究で抵抗性と判定されたチャ品種・系統の幼木期の赤焼病抵抗性について改めて調査する必要がある。

今回、供試した165品種・系統は、中国変種(*C. sinensis* var. *sinensis*)の日本在来種から選抜されたもの、日本在来種の交雑育種により育成されたもの、海外から導入したアッサム変種(*C. sinensis* var. *assamica*)や中国変種との交雑品種・系統を含むが、抵抗性の強弱は来歴に関係なく、多様であった。Takeda(2003)はチャ品種・遺伝資源の中で、アッサム変種や海外導入中国変種は、そのほとんどが輪斑病抵抗性であることを明らかにし、Yoshidaら(2006)は炭疽病の付傷接種検定で、アッサム変種およびその交雑後代と海外導入中国変種の多くが炭疽病抵抗性であることを明らかにした。これに対し、赤焼病は海外導入遺伝資源の交雑品種・系統であっても、抵抗性「弱」や「極弱」を示す品種・系統が確認された。また、本研究の結果から赤焼病抵抗性の遺伝様式の解析に関する手がかりが得られた。「さえあかり」は抵抗性「弱」のZ1と抵抗性「やや弱」の「さえみどり」との交雑後代から選抜され、抵抗性「極強」であるが、同じ交雑組合せの枕崎29号は「強」、枕崎28号は「やや弱」と抵抗性発現が異なった。一方、抵抗性「強」の「さやまかおり」×枕崎13号の交雑後代である枕崎31号は「極強」、枕崎34号は「弱」、'なんめい'は「弱」と抵抗性発現が異なった。これらの結果から、チャの赤焼病抵抗性の遺伝様式は主動遺伝子に支配された真性抵抗性ではなく、相加効果がある複数の量的抵抗性遺伝子により決定されると推察された。今後、抵抗性と罹病性の品種の交雑後代の抵抗性の分離ならびにQTL解析を行うことにより、赤焼病抵抗性の遺伝様式が明らかにされると考えられる。

マシン油乳剤を散布した「やぶきた」に赤焼病細菌を接種すると、無処理に比べ赤焼病の発病が著しく増加する(吉田ら, 2013)。これに対し、マシン油乳剤をチャ越冬葉に処理し、炭疽病菌と輪斑病菌を接種した場合、病斑の大きさに品種間差は認められたが、マシン油乳剤処理と無処理の病斑の大きさに有意差は無かった。これは、チャ葉へのマシン油乳剤処理は、両病原菌の感染に影響を与えないことを示している。従って、マシン油乳剤による発病助長は、チャ赤焼病に特異的な現象と考えられ、マシン油乳剤の赤焼病細菌感染促進効果(吉田ら, 2013)に起因すると考えられる。そこで、2010年度から2012年度の試験で赤焼病の発病程度が異なった14品

種を用いて、マシン油乳剤散布後に、赤焼病細菌を接種し、無処理の場合と比較調査した。その結果、抵抗性「中」以下の品種では、マシン油乳剤散布により顕著に発病が増加した。さらに、「なつみどり」のように、通常接種で抵抗性「極強」と判定された場合でも、マシン油乳剤散布後の接種では、発病葉数が100枚/㎡以上に増加する場合が認められた。以上の結果は、マシン油乳剤散布後の圃場接種は、通常接種の場合より、赤焼病抵抗性品種の検出精度が高まることを示している。マシン油乳剤散布後の圃場接種は、赤焼病強度抵抗性品種の有望な選抜手法と考えられ、今後のチャ育種における耐病性品種開発に活用できる。本法による抵抗性検定は供試品種・系統がハサミ摘み可能なまで成長した段階で実施し、比較品種として、抵抗性「強」の「さやまかおり」、'おくみどり'および「やや弱」の「やぶきた」を使用することが望ましい。

本研究では、既存の165品種・系統の赤焼病抵抗性を明らかにするとともに、赤焼病抵抗性系統の新規検定法として、圃場のチャ樹にマシン油乳剤を散布後に赤焼病細菌を接種する方法を開発した。既存の品種・系統の赤焼病抵抗性が明らかにされたことから、今後、この結果を反映できる、再現性の高い室内接種検定法の開発が可能になると考えられる。また、開発された室内接種検定法を用いて、赤焼病抵抗性の遺伝解析を効率的に進めることにより、チャの赤焼病抵抗性に関する知見が蓄積されることが期待される。

IV 摘 要

チャ品種・系統の赤焼病抵抗性は未解明である。今回、チャ品種・系統165点を用い、冬期に赤焼病菌を圃場で接種し、発病程度の年次間差と品種・系統間差のデータに基づき、赤焼病抵抗性を判定した。2~4年間の圃場試験により、緑茶品種9種、紅茶品種8種、13育成系統が赤焼病抵抗性「極強」または「強」と判定され、これには炭疽病と輪斑病に抵抗性の緑茶品種「さえあかり」も含まれた。これに対し、135品種・系統は抵抗性「中」以下であり、これには輪斑病と炭疽病の両方に抵抗性であることが多い、アッサム変種や中国導入系統の交雑後代も含まれた。冬期にマシン油乳剤をチャ樹に散布後に赤焼病細菌を接種すると、発病が著しく助長される。これを応用して、赤焼病抵抗性が異なる14品種にマシン油乳剤を散布して、接種試験を行うと、抵抗性の強弱が、無処理の場合より強調され、強度抵抗性品種の検出が可

能であった。本法は赤焼病抵抗性品種・系統の選抜に有効な手法と考えられる。

引用文献

- 1) 安藤康雄・浜屋悦次・瀧川雄一・後藤正夫 (1986): チャ赤焼病の病徴変異. 日植病報., 52, 478-486.
- 2) 安藤康雄 (1988): 霜寒害年におけるチャ赤焼病の激発. 野菜茶試研報 B (金谷)., 2, 41-45.
- 3) 荒井啓・野中寿之・三木洋二・植原一雄 (1979): 薩摩半島南部に発生した茶の細菌性病害について. 鹿大農学報., 29, 55-61.
- 4) 堀正太郎 (1914): 細菌の寄生に基づく茶樹の一大病害 (赤焼病). 病虫雑., 1, 242-252.
- 5) 堀川知廣 (1982): 秋から春にかけての病害“赤焼病”について. 茶 35., (2), 2-6.
- 6) 堀川知廣 (1985): 静岡県におけるチャ赤焼病の分布, 病徴, 発生時期および品種間差異. 関西病虫研報., 7, 7-14.
- 7) 堀川知廣 (1989): チャ赤焼病とその防除. 茶., 42 (1), 22-27.
- 8) 池田奈実子・安間瞬 (2004): チャ炭疽病抵抗性に関するダイアレル分析. 育種学研究., 6, 135-141.
- 9) 池田奈実子・桐明智也・吉田克志 (2009): チャ赤焼病抵抗性の品種間差. 茶研報., 108 (別), 86-87.
- 10) 池田奈実子・廣野祐平・吉田克志 (2012): 人工接種条件下におけるチャ赤焼病の病斑拡大と葉中の全窒素含有量及び葉の成熟度の関係. 野菜茶研報., 11, 99-106.
- 11) 宮田裕次・塚本統・瀧道則 (2003): 窒素施肥量が茶樹幼木園のチャ赤焼病に及ぼす影響. 長崎総農林試研報 (農業部門)., 29, 65-71.
- 12) 成澤信吉・木場隆廣 (1991): チャ赤焼病の発生が一番茶, 2番茶収量に及ぼす影響. 茶研報., 74 (別), 70-71 (講要).
- 13) 岡部徳夫 (1956): 茶樹の赤焼病とその防除. 農葉., 3(12), 13-16.
- 14) 園田亮一・山田憲吾・吉田克志 (2012): 台風4号の通過後に認められた幼木におけるチャ赤焼病の発生. 茶研報., 114 (別), 130-131.
- 15) Takeda, Y. (2003): Phenotypes and genotypes related to tea gray blight disease resistance in the genetic resources of tea in Japan. *JARQ.*, 37, 31-35.
- 16) 富濱毅 (2005): チャ赤焼病の被害許容水準に基づく要防除水準および防除有効水準. 九州病害虫研究会報., 51, 35-39.
- 17) 富濱毅・中村孝 (2006) チャ赤焼病に対する銅殺菌剤の残効性, 適切な散布量および散布時期と銅殺菌剤による防除体系の確立. 茶研報., 102, 7-16.
- 18) 富濱毅 (2006): チャ赤焼病の発生に及ぼす氷核活性細菌 *Xanthomonas campestris* の影響. 日植病報., 72, 14-21.
- 19) 富濱毅 (2009): チャ赤焼病の病原細菌の諸性質, 生態ならびに防除に関する研究. 鹿児島県農開総セ研報・耕種部門., 3, 225-282.
- 20) Tomihama, T., T. Nonaka, Y. Nishi and K. Arai (2009): Environmental control in tea field to reduce infection by *Pseudomonas syringae* pv. *theae*. *Phytopathology.*, 99, 209-216.
- 21) 戸崎正弘 (1965): 茶赤焼病 (*Pseudomonas theae* Okabe et Goto) に関する研究—発生生態および病原細菌に対する防除薬剤の室内検定. 関西病虫研報., 7, 34-39.
- 22) 山下幸司・佐藤安志・吉安裕 (2010) ミカントゲコナジラミ (チャ系統) の分布拡大と防除対策. 茶業技術., 53, 4-10.
- 23) Yoshida, K. and Y. Takeda (2006): Evaluation of anthracnose resistance among tea genetic resources by wound-inoculation assay. *JARQ.*, 40, 379-386.
- 24) Yoshida, K., A. Ogino, K. Yamada and R. Sonoda (2010): Induction of Disease Resistance in Tea (*Camellia sinensis* L.) by Plant Activators. *JARQ.*, 44, 391-398.
- 25) 吉田克志・荒木琢也・根角厚司 (2010): 野菜茶業研究所枕崎茶業研究拠点の茶園における2010年3月11日の凍霜害. 茶研報., 110, 99-103.
- 26) 吉田克志・根角厚司・田中淳一・武田善行・佐波哲次・谷口郁也・荻野暁子・松永明子・大前英・武弓利雄・和田光正・吉富均 (2012): 炭疽病・輪斑病複合抵抗性のやや早生緑茶用品種‘さえあかり’の育成. 野菜茶研報., 11, 73-88.
- 27) 吉田克志・荻野暁子・山田憲吾・園田亮一 (2013): 茶園における冬期のマシン油乳剤散布によるチャ赤焼病の発病助長とその防除技術の開発. 九病虫研報., 59, 13-21.
- 28) 静岡県茶業試験場 (1988): 5. 各種耐病性の品種間差異. 創立80周年記念静岡県茶業試験場成績収録., 24-25. 静岡県菊川市, 静岡県茶業試験場.

Assay of Bacterial Shoot Blight Resistance among Tea Cultivars and Breeding Lines using a Field Inoculation Test

Katsuyuki Yoshida

Summary

Bacterial shoot blight (BSB) caused by *Pseudomonas syringae* pv. *theae* is one of the most serious diseases of tea (*Camellia sinensis* L.) in Japan. BSB is epidemic from late autumn to early spring, and an outbreak can significantly reduce the yield of the first crop. However, little is known about the variations in BSB resistance among tea cultivars. This study assayed BSB resistance among tea cultivars and breeding lines in a field inoculation test. Small hedge (about 1.0 m long by 1.5 m wide) of 165 cultivars and breeding lines were inoculated with a suspension of *P. syringae* pv. *theae* (1×10^8 cfu/mL, 100mL/m²) in late December. Infected leaves were counted in a 50-cm-square frame (4 replicates per tested plant) in late March of the next year. The inoculation tests were performed at least twice. The number of infected leaves per m² was calculated. Median value of the number of infected leaves in all tested plants was calculated by statistical assay at each tested years. BSB resistance of tested plants was classified by the average of the ratio to median value (ARM) of each years. It was classified into highly resistant (HR, ARM < 0.2), resistant (R, $0.2 \leq \text{ARM} < 0.4$), moderately resistant (MR, $0.4 \leq \text{ARM} < 0.6$), slightly susceptible (SS, $0.6 \leq \text{ARM} < 1.0$), susceptible (S, $1.0 \leq \text{ARM} < 2.0$), or extremely susceptible (ES, $2.0 \leq \text{ARM}$). The assay identified 17 HR or R cultivars (9 green tea and 8 black tea) and 13 HR or R breeding lines. The degree of resistance in the other 135 accessions was MR or lower. Pre-spraying the hedges with petroleum emulsifiable concentrate before inoculation enhanced the disease severity. These results indicate that the assay can screen for cultivars that are highly resistant to BSB for use in tea breeding.