

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

富濱 毅
(鹿児島県茶業試験場)

Control threshold and effective levels based on economic injury level of bacterial shoot blight disease of tea. Tomihama Tsuyoshi (Kagoshima Tea Experiment Station, Chiran, Kagoshima 897-0302, Japan)

Key words : *Pseudomonas syringae* pv. *theae*, bacterial shoot blight of tea, economic injury level, control threshold level, control effective level

緒 言

Pseudomonas syringae pv. *theae* (Hori 1915) Young, Dye & Wilkie 1978によるチャ赤焼病(以下、赤焼病)は、晩秋期から初春の低温期に発生する病害で、チャで最も収益性の高い一番茶への影響が大きいことから、発生要因の解明や被害許容水準の確立が求められている。

赤焼病に対する防除は銅剤を中心とした殺菌剤の予防的な散布に頼らざるを得ず、農家は殺菌剤散布に多大な労力とコストを費やすことから、効率的な防除体系の確立が求められている。

病害虫の防除体系を考える上で、その被害許容水準や要防除水準は防除の成否や要否を考える上で最も重要な根拠となる(田代, 2005)が、このような研究は虫害に対しては比較的研究例があるが病害の分野では少ない。そこで、効率的な防除法を確立するために、赤焼病の被害許容水準、特に栽培管理の異なる茶園において赤焼病の発生が一番茶の収量に及ぼす影響について検討した。また、この被害許容水準を基にした要防除水準および防除有効水準について検討した。

材料および方法

1. 慣行園(三番茶摘採慣行園:芽数の多い芽数型茶園)での被害解析

平成14年三番茶摘採を実施した茶業試験場内「ゆたかみどり」36年生を供試した。平成14年10月25日に供試園に隣接する畦に約 10^8 cfu/mlに調整した赤焼病細菌K9301(1993年鹿児島県姶野町分産株)を越冬葉に接種し伝染源を確保した。供試園において、一番茶芽萌芽期の平成15年3月26日に、1区7.2m²で赤焼病の発生程度が異なる15区(発病葉数で18~1032枚/m², 発病葉率で0.5~26.7%)の試験区を設定した。4月18日に20×

20cmの調査枠で各区2ヶ所の枠摘みを行い、一番茶芽収量構成要素を調査すると共に、乗用型摘採機で摘採し、収量調査を行った。

2. 更新園(二番茶後深刈り更新園:芽数の少ない芽数型茶園)での被害解析

平成14年二番茶後深刈り更新を実施した茶業試験場内「やぶきた」35年生を供試した。慣行園と同様に伝染源を確保し、1区7.2m²で赤焼病の発生程度が異なる16区(発病葉数で43.6~432.8枚/m², 発病葉率で4.8~47.7%)の試験区を設定した。4月25日に20×20cmの調査枠で各区2ヶ所の枠摘みを行い、一番茶芽収量構成要素を調査すると共に、乗用型摘採機で摘採し、収量調査を行った。

3. 要防除水準策定のための赤焼病発生推移調査

三番茶摘採を実施した茶業試験場内「やぶきた」35年生を供試し、平成15年1~3月と平成16年2~3月の2ヵ年実施した。供試園において発病葉をホワイトペンでマーキングしながら調査し、1区7.2m²で平成14年度は発生程度が異なる19区(発病葉率で0.5~23.9%)、平成15年度は23区(発病葉率で0.0~11.2%)の試験区を設定した。1ヵ月後に各区の発生状況を同様に調査し1ヶ月間の発生状況の推移を調査した。この発生状況の推移をSTATISTICA(StatSoft社製)の非線形回帰を用いて回帰し、1月~3月において現在の発生状況から1ヵ月後の発生状況を予測する式を算出した。

4. 防除有効水準策定のための赤焼病発生推移調査

本報告では防除有効水準を「ある防除手段を用いた場合に、赤焼病の発生を被害許容水準以下に抑えられる最高密度の発病葉率」と定義する。

三番茶摘採を実施した茶業試験場内「やぶきた」35年生を供試し、平成15年1~3月に実施した。要防除水準の試験と同様に供試園において、1区7.2m²で発生程度

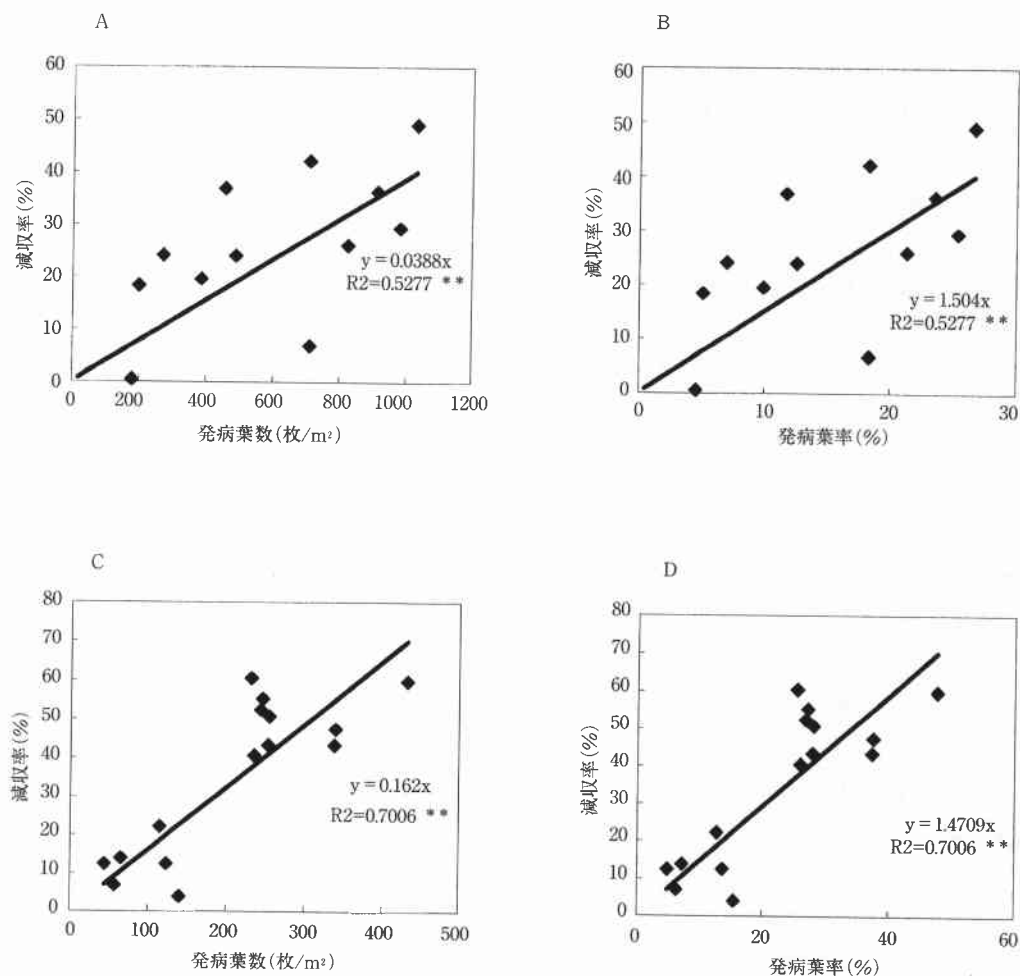
の異なる29区（発病葉率で0.5～22.3%）の試験区を設定した。その後、カスガイシン・銅水和剤の500倍液を400 l/10a 相当量散布した。散布前および散布1ヵ月後の発病葉をホワイトペンでマーキングしながら調査し1ヵ月間の発生状況の推移を調査した。この発生状況の推移をSTATISTICA(StatSoft社製)の非線形回帰を用いて回帰し、1月～3月において現在の発病状況からカスガイシン・銅水和剤で防除した場合の1ヵ月後の発生状況を予測する式を算出した。

5. 予測式の適応性の検証

要防除水準の試験で求めた予測式の適応性を検証するために、三番茶摘採を実施した茶業試験場内「するがわせ」32年生を供試した。平成15年10月28日に赤焼病細菌K9301を接種し、平成16年3月1日に供試園において発

病葉をホワイトペンでマーキングしながら発生状況を調査し、1区5.4m²で発生程度が異なる18区（発病葉率で0.0～2.1%）の試験区を設定した。1ヵ月後の4月1日に供試園の発病葉をホワイトペンでマーキングしながら調査し、調査した発病葉率と要防除水準の試験の予測式から算出される発病葉率の予測値との関係について調査した。

次に、防除有効水準の試験で求めた予測式の適応性を検証するために、三番茶摘採を実施した鹿児島県枕崎市駒水地区「あさつゆ」10a(12畦, 1畦50m, 自然発生茶園)を供試した。平成16年2月25日に供試園において各畦11カ所の定点を定め100×50cmの調査枠で発病葉数を調査し、各畦の発病葉率を算出した。調査後、同日にカスガイシン・銅水和剤の500倍液を400 l/10a 相当量散



第1図 赤焼病の発生程度と一番茶減収率との関係。A：慣行園における発病葉数と一番茶減収率との関係、B：慣行園における発病葉率と一番茶減収率との関係、C：更新園における発病葉数と一番茶減収率との関係、D：更新園における発病葉率と一番茶減収率との関係

布した。約1ヵ月後の3月26日に、同様の方法で発病葉数を調査し、各畦の発病葉率を算出した。この発生状況の実測値と、防除有効水準の試験の予測式から得られる予測値と比較した。

6. 要防除水準および防除有効水準の実用性の検証

三番茶摘採を実施した茶業試験場内「やぶきた」35年生を供試した。平成15年12月28日に赤焼病細菌 K9301 を接種し、平成16年3月1日に供試園において1区3.6m²で赤焼病の発生程度が異なる11区(発病葉率で0.0~6.9%)の試験区を設定した。発病葉率から防除の要否を判定し、カスガマイシン・銅水和剤の500倍液を400 l/10a相当量散布した。1ヵ月後の4月1日に供試園の発病葉をホワイトペンでマーキングしながら調査し発病状況を調査した。この発生状況を被害許容水準である発病葉率6.6%と比較し、要防除水準および防除有効水準の実用性の判定を行った。なお、被害許容水準、要防除水準、防除有効水準のいずれの水準についても、水準以下を○、水準+0.3%までを△、それ以上を×と判定した。

結 果

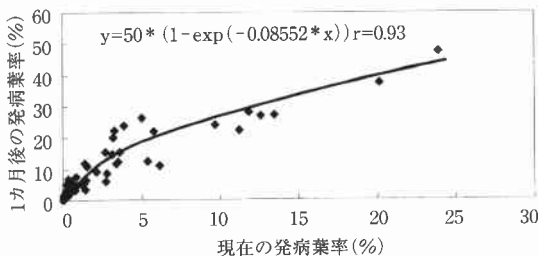
1. 被害解析

芽数の多い芽数型の慣行園および芽数の少ない芽数型

第1表 赤焼病の発病葉数と一番茶収量構成要素との相関係数

	発病葉数(枚/m ²)
新芽数(本)	-0.061
新芽長(cm)	-0.645 ***
百芽重(g)	-0.824 **
出開度(%)	-0.254

a) ** は1%の危険率で有意であることを示す。



第2図 現在の発病葉率と無防除1ヵ月後の発病葉率との関係。2003年1~3月および2004年2~3月に得られた現在の発病葉率とその無防除1ヵ月後の発病葉率との関係を非線形回帰した(n=42)。

の更新園とも赤焼病の発生が多くなるにつれて一番茶減収率は著しく増加した(第1図A, C)。発病葉数から減収率を推定する場合、慣行園と更新園とで回帰係数が異なったが、発病葉率から減収率を推定する場合は、慣行園および更新園とも回帰係数がほぼ1.5と一致した(第1図B, D)。

赤焼病の発病葉数は、一番茶芽収量構成要素のうち新芽長および百芽重と負の相関が認められたが、新芽数や出開度との有意な相関は認められなかった(第1表)。

一番茶減収率10%を被害許容水準とすると、赤焼病の被害許容水準は一番茶芽萌芽期での発病葉率で6.6%と考えられた(第2表)。

2. 要防除水準および防除有効水準策定のための赤焼病発生推移調査

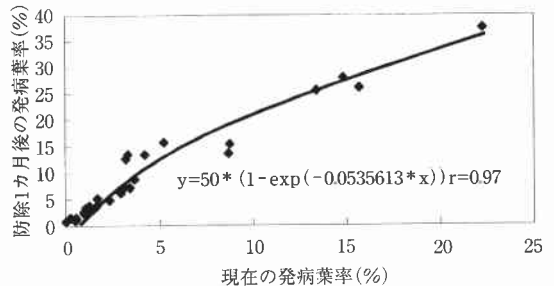
現在の発病葉率(x)と無防除1ヵ月後の発病葉率(y)との関係(第2図)は $y=50*(1-\exp(-0.08552*x))$ の式で回帰され、相関係数も0.93と高かった。

また、現在の発病葉率(x)とカスガマイシン・銅水和剤散布1ヵ月後の発病葉率(y)との関係(第3図)は $y=50*(1-\exp(-0.0535613*x))$ の式で回帰され、相関係数も0.97と高かった。

第2表 赤焼病の被害許容水準、要防除水準および防除有効水準

	発病葉率(%)
被害許容水準 ^{a)}	6.6
要防除水準 ^{b)}	1.6
防除有効水準 ^{b)}	2.6

a) 4月上旬(一番茶萌芽期)での発病葉率。 b) 3月上旬(春整枝時期)での発病葉率。



第3図 現在の発病葉率と防除1ヵ月後の発病葉率との関係。2003年1~3月に得られた現在の発病葉率と防除1ヵ月後の発病葉率との関係を非線形回帰した(n=29)。防除は、カスガマイシン・銅水和剤の500倍液を400 l/10a相当量散布した。

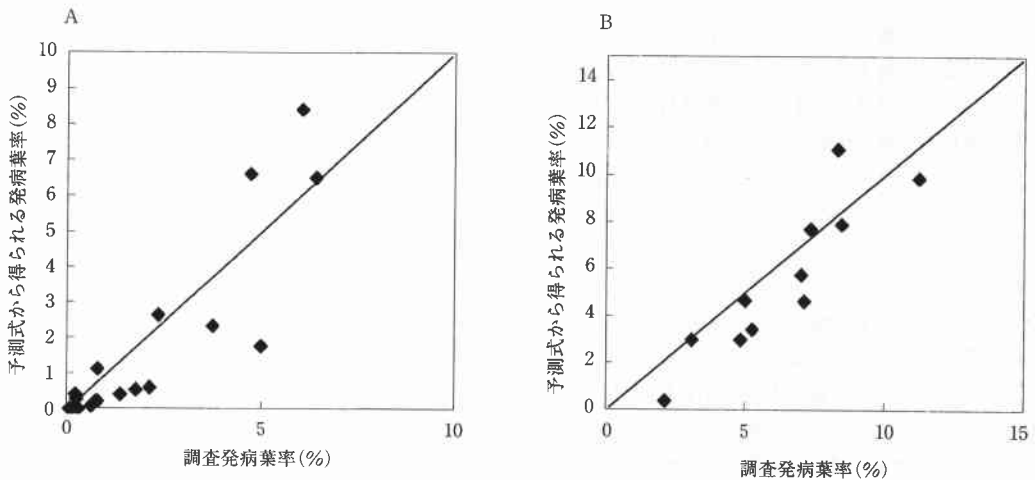
3. 発生推移予測式の適応性の検証

無防除1ヵ月後に調査した発病葉率と発生推移の予測式から得られる発病葉率との関係を見ると、ばらつきはあるもののほぼ傾き1の直線と一致した(第4図A)。また、カスガマイシン・銅水和剤散布1ヵ月後の実測の発病葉率と発生推移の予測式から得られる発病葉率との関係を見ると、ほぼ傾き1の直線と一致した(第4図B)。発生推移の予測式から、被害許容水準を一番茶が萌芽する4月上旬で6.6%とすると、1ヶ月前の春整枝を行なう3月上旬での要防除水準は1.6%, カスガマイ

シン・銅水和剤の防除有効水準は2.6%と考えられた(第2表)。

4. 要防除水準および防除有効水準の実用性の検証

赤焼病の発生が要防除水準以下の試験区1~4の発生は、無防除の場合でも被害許容水準以下であった(表3)。赤焼病の発生が要防除水準以上防除有効水準以下の試験区5~8のうち、カスガマイシン・銅水和剤を400 l 散布した試験区5および6は発生をほぼ被害許容水準に抑えることができた(表3)。しかし、同薬剤散布を行ななかった試験区7および8は、発生を被害許容水



第4図 無防除1ヵ月後(A)および防除1ヵ月後(B)に調査した発病葉率と予測式から得られる発病葉率との関係。防除は、カスガマイシン・銅水和剤の500倍液を400 l/10a 相当量散布した。

第3表 防除水準および防除有効水準に基づいて薬剤散布した場合の発病状況

区名	3月1日				4月1日	
	発病葉率(%)	要防除水準 ^{a)}	防除有効水準 ^{a)}	薬剤散布 ^{b)}	発病葉率(%)	効果の判定 ^{c)}
1	0.0	○	○	-	0.0	○
2	0.7	○	○	-	1.7	○
3	0.8	○	○	-	5.3	○
4	0.3	○	○	-	0.5	○
5	2.5	×	○	○	6.6	○
6	2.7	×	△	○	6.7	△
7	1.8	△	○	-	7.1	×
8	2.0	×	○	-	15.1	×
9	3.9	×	×	○	12.5	×
10	6.9	×	×	○	16.2	×
11	5.1	×	×	-	17.7	×

a) 要防除水準(1.6%)および防除有効水準(2.4%)以下は○, 水準+0.3%までは△, それ以上は×。 b) 薬剤散布は, ○:カスガマイシン・銅水和剤の500倍液を400 l/10a 相当量散布, -:無防除。 c) 効果の判定は, 被害許容水準(6.6%)以下は○, 水準+0.3%までは△, それ以上は×。

準以下に抑えることはできなかった(表3)。さらに、赤焼病の発生が防除有効水準以上の試験区9~11のうち、同薬剤散布を行った試験区9および10は発生を被害許容水準に抑えることはできなかった(表3)。同薬剤散布を行ななかった試験区11では、発生量はさらに多くなった(表3)。

考 察

本試験では、摘採・整せん枝により葉層の構造が異なる園で被害解析を行った。チャは栽培年数が進むにつれ樹高が高くなり、葉層も薄く葉身も小さくなるため、数年に一回葉層を除去する深刈り更新を行う。深刈り更新後しばらくの間は芽数および葉数が少なくなり収量は減少するが、樹勢は回復する。このように葉層の構造が異なる茶園での赤焼病の発生による一番茶減収を、面積当たりの発病葉数から推定することは困難である。このため、本報告では全体の葉数(芽数)に対する赤焼病の発病葉数の割合、つまり発病葉率という指標を考えた。この発病葉率を用いると葉層構造が異なる茶園でも一番茶減収を推定することが可能であった(第1図B, D)。これは、赤焼病による一番茶減収が、一番茶の新芽に対する赤焼病の発病葉数の割合によって規定されるためと考えられる。発病葉率と新芽長および百芽重との間に高い負の相関が見られたことは、発病葉率の有効性を裏付けるものと思われる(第1表)。今後、他の葉枯れ性チャ病害の被害許容水準を策定する場合も、発病葉率が指標として有効と思われる。

一番茶減収率10%を被害許容水準とすると、赤焼病の被害許容水準は4月上旬の一番茶萌芽期での発病葉率で6.6%と推定される。本報告で一番茶収量の10%減収を被害許容水準の根拠としたのは、栽培的に見て10%以内の収量の減収は地力や微気象による誤差の範囲に入る可能性があるためである。また、経済的に見ても一番茶収量の10%減収は約30,000円/10aの減収となり、防除経費に十分見合う金額である。この6.6%という発病葉率は、慣行園においては発病葉数で約250枚/m²の発生量になる。この発生量は、今まで得られたチャ病害の被害許容水準の中で最も低いレベルになり、赤焼病が一番茶の収量に与える影響が大きいことが改めて確認された。

要防除水準を策定するためには、赤焼病の発生推移を把握する必要がある。小沢は二番茶残葉でのチャ炭疽病の発生量から、三番茶芽(秋芽)でのチャ炭疽病の発生量を予測する式を策定し、三番茶芽での被害許容水準から二番茶残葉でのチャ炭疽病の要防除水準を策定している(小沢, 2001)。この方法を参考にし、赤焼病の発生

推移の調査を行ったところ、現在の発生状況から1ヵ月後の発生状況を予測することが可能となった(第2図)。これは、赤焼病細菌の感染・発病に様々な環境要因が関与するが、伝染源量が1ヵ月後の発生量の主要因となることを示している。一方、降霜・降雪や、INAXの存在、肥培管理等によって、発生推移は予測から大きく逸脱することも考えられる。これらの赤焼病の発生を助長する要因が発生推移に及ぼす影響については今後研究する必要がある。しかし、一般的な栽培管理および気象条件下において、今回得られた発生の予測式は、実証試験(第4図A)でも有効性が認められ妥当なものと考えられる。なお予測式を得るために行った試験は、ほぼ半年並みの気象(気温、降水量等)条件下で実施されたことから、今回得られた予測式は他の年次や地域でも適用可能と思われる。

発生推移の予測式から、一番茶萌芽期の4月上旬の1ヶ月前、すなわち春整枝を行う3月上旬での要防除水準は発病葉率で1.6%と考えられた(第2表)。これは慣行園では発病葉数で約50枚/m²の発生となる。この要防除水準を基準に防除を行った場合、赤焼病の発生を被害許容水準以下に抑えることができ(第3表)、この要防除水準の有効性が認められた。

赤焼病の防除では予防剤による防除が主体のため、ある程度発生してからの防除では効果が期待できない。そこで今回、要防除水準に加えて「防除有効水準」という言葉を提案し、「ある防除手段を用いた場合に、赤焼病の発生を被害許容水準以下に抑えられる最高密度の発病葉率」と定義した。この水準を策定することで、赤焼病の発生がどの程度までなら、防除によって被害を抑えることが可能であるか判断できる。この水準は殺菌剤の種類や耕種的防除等によって影響を受けるが、本試験では、赤焼病に対して予防効果の高い殺菌剤であるカスガマイシン・銅水和剤の防除有効水準について検討した。

赤焼病発生茶園においてカスガマイシン・銅水和剤散布1ヵ月後の発生状況を予測する予測式が得られ(第3図)、実証試験でも予測式の有効性が実証された(第4図B)。

カスガマイシン・銅水和剤散布後における発生推移の予測式から、一番茶萌芽期の4月上旬から1ヶ月前、すなわち春整枝を行う3月上旬での防除有効水準は発病葉率で2.6%と考えられた(第2表)。これは慣行園では発病葉数で約100枚/m²の発生となる。この防除有効水準を基準に防除を行った場合、赤焼病の発生を被害許容水準以下に抑えることが可能であった(第3表)。これにより、この防除有効水準の有効性が認められた。

要防除水準，防除有効水準の策定により，「慣行園においては，春整枝を行う3月上旬で50枚/m²以下の発生であれば防除の必要はなく，50～100枚/m²の発生であればカスガマイシン・銅水和剤の散布によって被害を回避できる」という，防除の要否および効果についての指標が確立された。この指標は，鹿児島県で得られたデータから算出したものであるが，同様な栽培管理を行っている九州各県や静岡県の一部などでも適応可能と思われる。今後，越冬葉における赤焼病の発生は年次間差が激しく，新芽でも発生する場合もあることから，発生を助長する気象条件や肥培管理を解明し，多発生の可能性がある場合に防除有効水準以下に発生を抑える栽培方法や防除方法の開発が必要となる。

摘 要

赤焼病の効率的な防除法を確立するために，葉層構造の異なる栽培管理における赤焼病の被害許容水準について検討した。その結果，いずれの栽培管理でも赤焼病の被害許容水準は一番茶芽萌芽期の4月上旬の発病葉率で6.6%と推定された。また，無防除もしくは防除1ヵ月後の赤焼病の発生推移を予測する式が確立された。赤焼病の被害許容水準から，予測式により推定された要防除水準および防除有効水準は，春整枝を行う3月上旬でそれぞれ1.6%および2.6%であった。

引用文献

- 小沢朗人 (2001). チャ炭疽病の被害許容水準と要防除水準. 茶業研究報告 (講要) 93: 8-9.
- 田代暢哉 (2005). 新しい病虫害管理の概念: EBC (Evidence-based control) による防除体系の構築. 植物防疫 59: 17-21.

(2005年4月30日受領; 7月7日受理)