

特集：最近問題になっている茶の病害虫

# チャ赤焼病の発生生態と防除対策

—病原細菌と氷核細菌との関係を中心に—

 鹿児島県農業開発総合センター茶業部 <sup>とみはま</sup>富濱 <sup>つよし</sup>毅・<sup>にし</sup>西 <sup>やつか</sup>八束\*・<sup>なかむら</sup>中村 <sup>たかひさ</sup>孝久

## はじめに

チャ赤焼病（以下、赤焼病）は、*Pseudomonas syringae* pv. *theae* によるチャの細菌病で、晩秋期から春期にかけて発生する低温性の病害である。寒霜害発生年に多発することが知られ、凍害が本病発生の要因の一つと考えられている（安藤，1988）。しかし、その発生は年次間差や圃場間差が激しく、発生予察が困難なことから難防除病害となっている。また九州地域では、収益性の高い一番茶に大きな影響を与えるため重要病害となっている。

凍霜害と細菌の関係については、最初に LINDOW (1983) によって報告され、今まで物理的気象現象と考えられていた霜害に対して、 $-2 \sim -3^{\circ}\text{C}$  で凍結する葉面細菌が関与することが初めて示された。また日本では最初にチャで、初霜期と晩霜期に増加する氷核細菌の報告 (1983) がある。その後、後藤らによって3種の氷核細菌が分離されている（後藤ら，1988）。

筆者らは、赤焼病の多発生について新しい視点、すなわち発病における赤焼病細菌と氷核細菌との相互作用について研究を進めてきた。その結果、氷核細菌の存在下で著しく発病が助長されることが明らかになった。

本稿では、氷核細菌が赤焼病の発生に及ぼす影響を明らかにするとともに、それらを踏まえた防除対策および展望を述べてみたい。

## I 赤焼病の発生に及ぼす氷核細菌の影響

### 1 氷核細菌 *Xanthomonas campestris* (INAX) の分離状況と低温遭遇による赤焼病発生助長

INAX は、赤焼病発生圃場の 83.9% と高い頻度で分離された（表-1）。そこで、まず接種試験により、INAX が赤焼病の発生に及ぼす影響を調査した。チャ成葉に赤

焼病細菌と INAX を混合接種し、氷核により凍害が引き起こされる  $-4^{\circ}\text{C}$  の低温処理を行った場合、赤焼病細菌のみの接種に比べて顕著な病斑が形成された（図-1）。また、INAX による病斑形成促進は、1 回の低温処理より 2 回低温処理をした場合に認められたことから、赤焼病細菌と INAX が共存するチャ園において  $-4^{\circ}\text{C}$  前後の低温に繰り返し遭遇する気象条件下では、INAX が赤焼病細菌による病斑形成を助長すると思われた。次に、圃場に赤焼病細菌と INAX を同量混合接種した場合の発病状況について調査した。接種は 12 月に行い、赤焼病の発生は厳寒期の 1 月から見られた。赤焼病細菌のみの接種に比べて赤焼病細菌と INAX を混合接種した区の発病葉数が多く、低温遭遇後の病斑の拡大率も混合接種のほうが高かった（富濱ら，2006）。以上のことから、厳寒期に赤焼病細菌と INAX が高い密度で存在する場合、赤焼病の発生が INAX によって助長されることが明らかとなった。

### 2 圃場での赤焼病細菌および INAX の菌密度推移

2～3 年間にわたって、自然発生チャ園 10 圃場の赤焼病細菌と INAX の菌密度推移を調査した。両菌の密度推移は、①赤焼病細菌のみ検出される場合、②赤焼病細菌と INAX が検出されるが菌密度が同調しない場合（図-2A）、③赤焼病細菌と INAX が検出され、厳寒期に菌密度が同調する場合（図-2B）、および④ INAX のみが厳寒期に検出される場合の 4 パターンに分類できた。この中で、赤焼病細菌のみの①と赤焼病細菌と INAX が同調しない②では、赤焼病の発生に対する INAX の影響はないと考えられた。INAX のみ検出される④の圃場では、赤焼病細菌は検出されないものの厳寒期に寒焼け症状が見られる場合があることから、何らかの原因で INAX のみによって葉の凍害が引き起こされたものと考えられ

表-1 氷核活性細菌 *Xanthomonas campestris* (INAX) と氷核活性 *Pseudomonas* 属菌 (INAP) の分離状況

赤焼病発生圃場数	分離圃場数 (比率)	
	INAX	INAP
56	47 (83.9%)	3 (5.4%)

Ecology and Control of Bacterial Shoot Blight of Tea Emphasis on the Interaction between *Pseudomonas syringae* pv. *theae* and Ice Nucleation Active *Xanthomonas campestris*. By Tsuyoshi TOMIHAMA, Yatsuka NISHI and Takahisa NAKAMURA

(キーワード：チャ赤焼病，氷核細菌，防除対策)

\* 現所属：生産環境部病理昆虫研究室

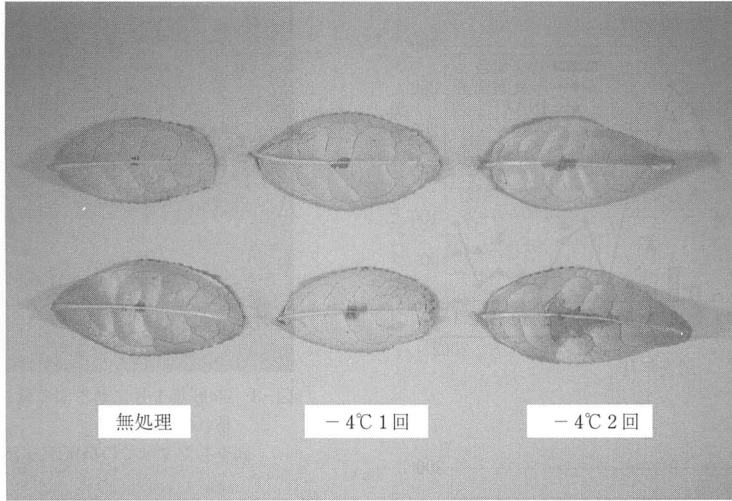


図-1 低温処理と赤焼病細菌単独および INAX との混合接種による病斑形成状況

上段が赤焼病細菌単独，下段が INAX との混合接種で，左列が無処理，中央列が - 4℃ 1 回処理，右列が - 4℃ 2 回処理で，各処理の代表的な病斑を示している。

た。赤焼病細菌と INAX の菌密度が厳寒期に同調する③の圃場では，赤焼病の発生に対して INAX の影響があると考えられた。

後藤らは，チャ芽から分離した INAX が，チャ芽の霜害に及ぼす影響について調査した結果，霜害に INAX は関与しないと報告している (Goro et al., 1993)。しかし，チャ越冬葉においては INAX は赤焼病の発生に関与し，赤焼病の発生を助長する場合があると考えられた。

### 3 INAX が赤焼病の発生に及ぼす影響

先に，低温遭遇時に INAX によって赤焼病の発生が助長されることを示した。一方，低温がない場合に，INAX は赤焼病の発生にどのような影響を与えるか調査した。15℃の恒温条件下で，赤焼病細菌に INAX を同量混合してリーフディスクおよび茎内に接種した場合，病斑形成が抑制された (表-2)。つまり，低温がない場合，INAX によって赤焼病細菌は病原力を十分発揮できないことが示された。

以上のことから，INAX は宿主上で赤焼病細菌と行動を共に (共生) し，低温に遭遇した場合，赤焼病の発生を助長することで自分の住処と栄養を確保する。一方，低温に遭遇しない場合は，INAX は赤焼病細菌に拮抗し，病気の発生を抑制するのではないかと，つまり，赤焼病細菌と INAX の宿主上での共生関係は，環境要因によって双利的になったり敵対 (拮抗) 的になったりする関係と思われる。赤焼病細菌は，宿主と環境要因に加えて，葉面細菌同士の共生関係も巻き込みながら，時に病気を大

発生させているものと思われる。

### 4 チャ芽から分離された氷核細菌 (*Pseudomonas* 属菌 INAP)

INAP は，赤焼病発生圃場の 5.4% とかなり低い頻度で分離された (表-1) ことから，INAP が赤焼病の発生に影響を及ぼしている可能性は低いと考えられた。しかし分離圃場のうち，2 圃場では赤焼病病斑内から高い密度で分離された。また，2006 年 1 月には幼木園において赤焼病に類似の葉枯れ症状が発生し (図-3)，調査病斑のすべてから INAP が分離された。本症状が確認される 10 日ほど前には，降霜が 4 日連続観測されていること，INAP はチャに対して病原性をもたないことなどから，今後このような葉枯れ症状が，INAP 単独もしくは赤焼病細菌との共生により発生しているのか検討する必要がある。

## II 赤焼病の防除対策

### 1 赤焼病の防除の指標

赤焼病の防除を考える際に，赤焼病の発生が一番茶収量に及ぼす影響を知ることは，防除の成否を判断するうえで重要なことと思われる。赤焼病の被害許容水準は，4 月上旬 (一番茶萌芽期) の発病葉率で 6.6% とされている (表-3: 富瀨, 2006 a)。この水準は，チャの病害の中で最も低く，赤焼病の発生は一番茶に大きな被害を及ぼす。また，この被害許容水準を基に 3 月上旬 (春整枝時) の要防除水準および防除有効水準を算出したとこ

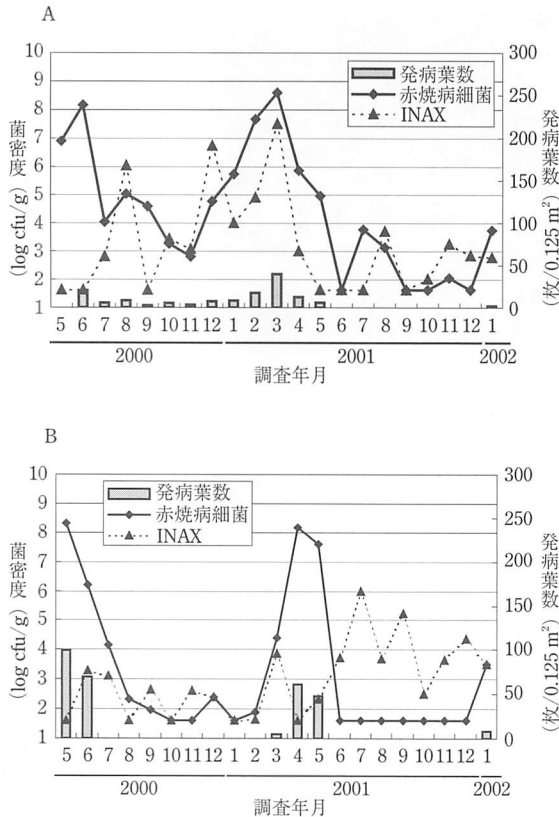


図-2 自然発生チャ園における赤焼病細菌および INAX の密度推移と発病葉数の推移

A は赤焼病細菌と INAX の密度推移が厳寒期に同調するパターン、B は赤焼病細菌と INAX の密度推移が同調しないパターン、折れ線グラフの各点および棒グラフは3反復の平均値を示す。

表-2 低温処理がない場合の赤焼病細菌の病原性に及ぼす INAX の影響

	病徴指数 <sup>a)</sup>	病斑径 <sup>b)</sup> (mm)
赤焼病細菌のみ	2.9	5.3
赤焼病細菌+ INAX 同量混合	2.3	1.2
有意性	** <sup>c)</sup>	** <sup>c)</sup>

<sup>a)</sup> リーフディスク接種による病徴指数 (病徴を0~3までの指数で評価したもの) で15℃6日後の結果, <sup>b)</sup> 一番茶徒長枝の茎内接種による病斑径で野外条件下14日後の結果, <sup>c)</sup> 1%の危険率で有意差あり。

ろ、要防除水準は発病葉率1.6%、カスガマイシン・銅水和剤の防除有効水準は2.6%と推測された(表-3)。以上のことから、「春整枝を行う3月上旬で、赤焼病の発病葉率が1.6%以下であれば防除の必要はなく、2.6%



図-3 2006年1月に幼木園で発生した赤焼病に類似の葉枯れ症状

調査したすべての病斑から INAP が分離された。

表-3 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 <sup>a)</sup>	6.6
要防除水準 <sup>b)</sup>	1.6
防除有効水準 <sup>b)</sup>	2.6

<sup>a)</sup> 4月上旬(一番茶萌芽期), <sup>b)</sup> 3月上旬(春整枝時)での発病葉率で、防除有効水準はカスガマイシン・銅水和剤を用いた場合。

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。

### 2 赤焼病の防除の考え方

上に述べたように、赤焼病については低温および INAX によるチャ葉の凍害が重要な発生要因である。また、圃場で病原細菌が検出されるのに発生が見られないこともまれなことではない。これらのことは、赤焼病の発生には圃場での病原細菌の有無に加えて、寒さという環境要因と宿主(耐凍性、樹勢、品種等)が深く関与することを示している。赤焼病に対する防除は、病原細菌と氷核活性細菌、寒さおよび宿主というキーワードを軸に考える必要がある。以下に、これらを踏まえた防除上重要な要因について述べたい。

#### (1) 病原細菌の挙動

赤焼病は低温期に発生する病害で、他の *Pseudomonas syringae* 病原型と同様に発病適温が10~15℃と低いことが特徴である。鹿児島県において平均気温が10~15℃に入る11月ごろと2月ごろが、圃場における病原細菌の密度が上昇し始める時期である(図-2A, B)。病原細菌の密度が立ち上がるこれらの時期は、防除上重要で

ある。

### (2) 初発生確認後の防除の重要性

どのような細菌病でも同じであるが、初発生を確認した場合、直ちに防除を実施することが薬剤の有効利用という点から重要である。赤焼病も同様で、初発生確認後からカスガマイシン・銅水和剤の散布が遅れば遅れるほど防除効果は低くなる(富濱, 2002 a)。赤焼病の場合、初発生が冬期のため耕作者があまり圃場を見回らないことから、初発生確認が遅れる場合が多い。また、せっかく初発生を認めても、寒い時期だから病気は広がらないという思い込みによって防除を遅らせる場合もある。このことから、赤焼病常発チャ園では、冬期でも圃場の見回りなどにより初発生をいかに把握できるかが重要となる。

### (3) 赤焼病の初発生時期の予測

初発生確認後に直ちに防除を行うためには、ある程度初発生時期を予測する必要がある。赤焼病の発生には、初発生が11月ごろから認められる「晩秋期型」と、2月以降に初発生が見られる「初春期型」の二つの型が認められ、より被害の大きいのは晩秋期型である。このように、年によって初発生時期の違いがあるのはなぜであろうか?

過去の赤焼病の発生時期と晩秋期の低温遭遇状況との関係を調査した結果、10～11月の最低気温が平年より高く推移した年度は発生時期が遅く、被害も少ないことが明らかとなった(富濱, 2006)。10～11月ごろは、チャが耐凍性を獲得し始める時期であると同時に、越夏した赤焼病細菌が活動を始める時期で、また、初霜時期でもある。この時期の気温が高く推移するとチャ樹の耐凍性の獲得が遅れることが予想されることから、今後は病原細菌の推移だけでなく、宿主の状態も発生予察に取り込む必要がある。

### (4) 肥培管理

チャの肥培管理の中で、窒素施肥量の多いチャ園や未完熟堆肥施用チャ園で赤焼病の多発生を招く例が見られる。また、冬期のマシン油乳剤散布によって赤焼病の発生が著しく多くなることが報告されている(富濱, 2002 b)。マシン油乳剤は、チャの主要害虫であるカンザワハダニに対する防除剤として使用されている。しかし、秋期以降のマシン油乳剤散布によりチャ葉が凍害を受けやすくなることから、マシン油乳剤散布により赤焼病の発生が助長される事例が見られる。また、赤焼病の発生は、同一耕作者の圃場に発生が集中する場合がよく

見られ、肥培管理は赤焼病の発生を大きく左右すると考えられる。

### 3 防除体系

以上の点を踏まえると、赤焼病防除のポイントは、①初発生時期を把握する、②初発生確認直後に治療効果のあるカスガマイシン・銅水和剤を散布し、その後は定期的に保護殺菌剤の銅水和剤を散布する、③チャ樹の耐凍性を低下させる肥培管理はしないことで、これらを総合的に組み合わせた防除により初春期型の赤焼病の発生は、被害許容水準以下に抑えることが可能である。しかし、晩秋期型の発生は、上記に加え、散布回数や散布間隔等の検討が今後必要である。

### おわりに

鹿児島県の赤焼病発生圃場の4割程度で、INAXによる赤焼病の発生助長が起きている可能性が指摘されている(富濱ら, 2006)。INAXによる赤焼病発生助長への対策は、今のところ見つかっていない。INAXが赤焼病細菌に対して双利的に働く(発生を助長する)のは、氷核活性遺伝子のためである。そこで、INAXから氷核形成能を欠損させた場合、赤焼病細菌およびINAXに対して有効な拮抗細菌となることが考えられる。西洋ナシの火傷病は霜害との関連が高く、霜害を防除することにより火傷病を防除しようとする目的で、霜害防除剤として *Pseudomonas fluorescens* A 506 が微生物資材として市販されている(JOHNSON et al., 1998)。INAXの同様な活用についても現在検討中である。

また、赤焼病の初発生時期や肥培管理が発生に及ぼす影響などの結果から、氷核活性細菌と同様赤焼病の発生には、寒さ、宿主という要因が相互に関連している。これらの相互関係をさらに研究し、赤焼病の発生の年次間差や圃場間差を明らかにし、発生予察や防除の効率を高める必要がある。

### 引用文献

- 1) 安藤康雄(1988):野茶試研報B(金谷)2:41～45.
- 2) 後藤正夫ら(1988):日植病報54:189～197.
- 3) Goro, M. et al. (1993): Ann. Phytopath. Soc. Jpn. 59: 535～543.
- 4) JOHNSON, K. B. and V. O. STOCKWELL (1998): Ann. Rev. Phytopathol. 36: 227～248.
- 5) LINDOW, S. E. (1983): Ann. Rev. Phytopath. 21: 363～384.
- 6) 牧野孝宏(1983):日植病報49:32～37.
- 7) 富濱毅(2002 a):茶業研究報告94(別):8～9.
- 8) ———(2002 b):日本植物病理学会九州部会第27回シンポジウム講演集:21～42.
- 9) ———(2005):茶業研究報告100(別):68～69.
- 10) ———ら(2006):日植病報72:14～21.
- 11) ———(2006):九州病害虫研究会報51:35～39.