

ベルクートの薬剤特性に基づいた チャ新梢枯死症の防除

農研機構 果樹茶業研究部門
石川 浩一
Koichi Ishikawa

1. はじめに

近年の高温、多雨、少雨などの気象変動は茶病害の発生活長に影響を及ぼし、多発生をもたらす状況が生じている。一般的に病害防除は防除暦に準じて行われているが、防除暦は平年の病害発生状況を基にした防除体系である。そのため、異常気象年のよ



写真1. 新梢枯死症

うに発生活長が例年と異なる場合には防除（薬剤散布）時期が外れて十分な効果が得られない。その年の気象状況から病害の発生状況を予察して適切な防除をすることが望ましいが、茶の病害においては適切な予察法が確立していない。そのような状況においては、各種薬剤の特性を十分に把握した上で予防剤と治療剤というくくりではなく、使用薬剤を選択することも一つの手段と考えている。

そこで、期待される防除効果が得られる適切な施用方法を把握するためにチャ輪斑病菌を対象にして各種薬剤の特性を改めて検討した。その中でベルクートについて興味深い知見が得られたので、その特性について他薬剤と比較しながら触れるとともに、輪斑病菌による病害のひとつである新梢枯死症を対象とした使用例及びその防除効果を紹介する。

2. 新梢枯死症とは

チャ新梢枯死症（写真1）はチャ輪斑病と同じ病原菌（*Pestalotiopsis longiseta*）によって引き起こ

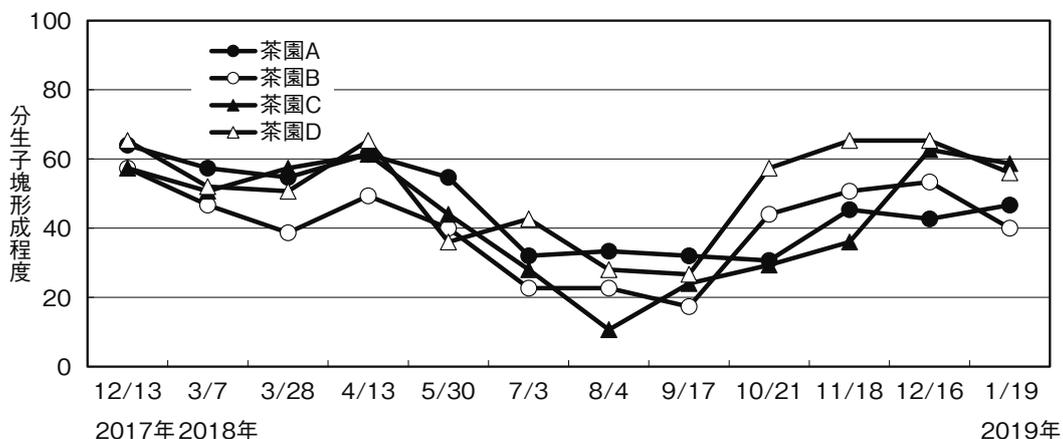


図1. 茶葉中の輪斑病潜菌量の変動

葉に形成された分生子塊量を指数(0:形成なし、1:葉面積の10%未満、2:20%未満、3:50%未満、4:80%未満、5:80%以上)で表し、分生子塊形成程度(Σ(指数別葉数×指数)×100/(供試葉数×5))として表示。

される病気である。輪斑病は摘採、整枝によって生じた葉の傷から菌が侵入して、侵入部位を中心とした同心円状の輪紋として病徴が現れる。一方、新梢枯死症は生長している新梢全体に生ずる病気で、発症初期に展開葉の緑色があせて、後に褐色になり最終的には新梢全体が枯死する。包葉の付着部付近など、新梢基部に生じた傷から菌が侵入し、その部分が壊死することで水分供給が絶たれて枯死すると考えられている。ここで問題となるのは、傷から侵入する輪斑病菌は何処に存在したのかということである。一般的には罹病葉に形成された分生子が伝染源となり、雨滴で伝搬するとされているが、成澤⁽¹⁾は輪斑病菌が茶葉組織内に潜在感染していることを報告し、秋田ら⁽²⁾は一番茶での輪斑病の発生と越冬葉内の輪斑病潜在菌量に密接な関係があると報告している。年間の葉内潜在菌量を秋田らの手法を用いて調査したところ、潜在菌は通年で検出された(図1)。潜在菌量は冬期に高く、茶の生産期には低い傾向にあり、農薬散布が潜在菌量の変動に関わっていることが示唆された。図1は2018年度の結果であるが、調査した2017～2020年で同じ傾向が確認された。このことから、輪斑病、新梢枯死症の発生には潜在菌が深く関わっていると考えている。

3. ベルクートの薬効特性

薬剤の特性評価として培地試験での分生子及び菌糸への作用、圃場試験での薬剤散布後の浸達性及び減衰性、薬剤散布による輪斑病潜在菌密度の低減効果を調査した。培地試験ではQoI剤感受性輪斑病菌を用いた。

まず、ベルクートの活性希釈限界を調べた。ベルクート水和剤を 10^3 倍(常用濃度)、 10^4 倍、 10^5 倍、 10^6 倍希釈になるようにPDA培地に添加して分生子発芽の有無、菌糸伸長程度を1週間後に調査した。

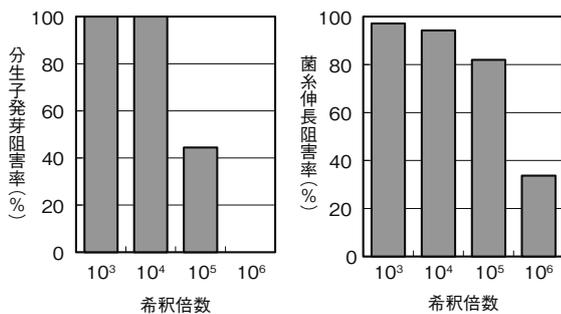


図2. ベルクート水和剤の輪斑病菌に対する抗菌活性

分生子発芽については、無処理で100%発芽したのに対し、ベルクート処理では常用濃度の1/10でも全く発芽せず、1/100でも約40%が発芽しなかった。一方、菌糸伸長については、常用濃度の1/100でも80%の阻害効果が認められた(図2)。野外で散布された薬剤は紫外線などによって分解していくが、菌糸への効果については散布時の濃度の1/100に減衰するまで活性は維持されていると推察される。

培地試験は別の方法でも行った。PDA培地に供試薬剤を常用濃度(ベルクート水和剤:1000倍、保護剤:1000倍、治療剤A:3000倍、治療剤B:2000倍)となるように添加するとともに、対照薬剤にQoI剤も含まれることから没食子酸n-プロピル2mMを加えた。分生子への影響については培地上に敷いた滅菌セロファン膜に分生子懸濁液を滴下して、25℃に静置して1週間後に発芽の有無を確認した。調査後、分生子をセロファン膜ごと薬剤無添加PDA培地に移して1週間後に再び判定した。結果を図3に示す。暴露1週間後に保護剤処理は約40%が発芽し、ベルクート水和剤と治療剤2剤の処理では全く発芽しなかった。しかし、その後1週間PDA培地に静置すると、保護剤処理では約30%、治療剤A処理では約50%、治療剤B処理ではすべてが発芽した。一方、ベルクート水和剤処理では全く発芽しなかった。このことから、ベルクート水和剤は1週間の暴露処理で分生子を死滅させるが、他の薬剤は発芽を抑制しているだけであり、1週間の暴露では分生子の死滅効果が弱いことが明らかになった。菌糸への影響については菌叢ディスク(6mm)を分生子での試験と同様に培地上に敷いたセロファン膜に置床して25℃に静置、1週間後に菌糸生育状況について調べた。さらにPDA培地に移した1週間後に再度調査した。本試験では菌糸を死滅させるか否かを把握するために菌叢直径の測定に

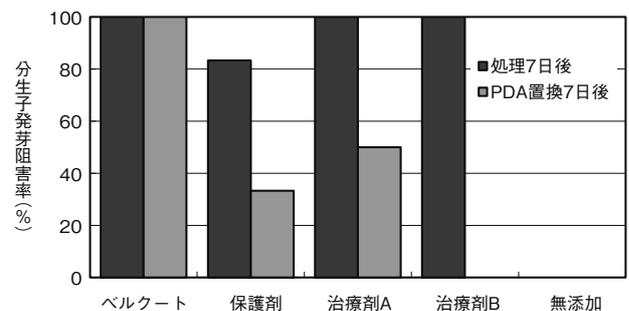


図3. 薬剤の分生子発芽阻害効果

よる伸長程度を指標にするのではなく、生育具合を指数化（0：菌糸の伸長無し、1：周縁に菌糸やや伸長、2：ディスク周縁から正常に菌糸が伸長、阻害度＝Σ（指数別菌数×指数）×100／（供試菌数×2））して評価した。結果を図4に示す。暴露1週間後ではベルコート水和剤及び2種の治療剤の活性は高かったが、PDA培地に移すとその効果は低下した。その原因として菌叢ディスクは菌糸が重なっているため、有効成分に直接接触していない菌糸が存在し、その菌糸がPDA培地置換後に伸長したのではないかと考えている。それでもベルコート水和剤は治療剤Aと同様に一定の効果が認められ、生産現場において菌密度が高い状況下でも効果が得られるのではないかと考えられた。

4種薬剤を常用濃度（前述）で圃場に散布し、1週間ごとに回収した散布葉での有効成分残留濃度を調べた。その結果を図5に示す。縦軸は散布直後に回収した茶葉での検出値を1とした相対検出値で示している。4薬剤間で減衰パターンに差は認められたが、散布1週間後までに著しく減衰して4週間後にはどの薬剤も散布時の2%以下になった。ベルコート水和剤は3週間後には2.6%にまで減衰したが、シャーレ試験での分生子及び菌糸に対する効果は常用濃度の1/100でも認められており、散布時の防除効果が3週間は持続すると推測された。

次に浸達程度を把握するために、4剤について葉表面及び葉内部からの検出濃度を調べた。結果を図6に示す。縦軸は総残留値に占める葉内部残留率を示している。保護剤は全期間を通して内部からはほとんど検出されず、葉内部に浸透しないことが確認できた。ベルコート水和剤の内部残留率は調査した散布後4週間まで高く維持されており、組織内に侵入した菌に対しても十分に効果が期待できることが明らかになった。

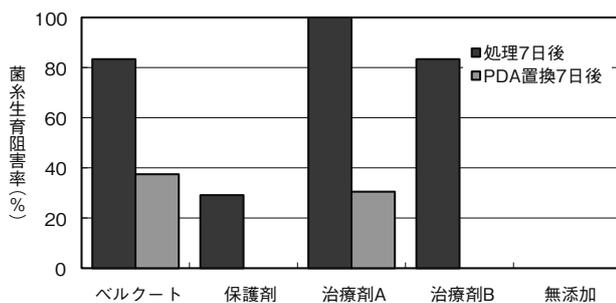


図4. 薬剤の菌糸生育阻害効果

4. ベルコートの輪斑病潜在菌密度抑制効果

前述の結果を踏まえて、試験場内圃場でベルコート水和剤を含む4薬剤の散布（使用濃度はシャーレ試験と同じ）による潜在菌量の低減効果を葉での分生子塊形成程度を指標として調査した。散布は3月上旬に行ったが、その理由は後述する。結果を図7に示す。散布20日後に採取した越冬葉での分生子塊形成抑制効果はベルコート水和剤散布が最も高かった。そして、散布時には未展開だった一番茶葉（散布約50日後に採取）でも抑制効果は維持されていた。茶樹体内に存在する潜在菌は芽の生育とともに上部に進展するが、薬剤散布で樹体内の潜在菌量が低下したことで上位部への移行が遅延したものと考えている。そして、ベルコートは殺菌効果が高いことから他薬剤と比べて効果が高く現れたものと考えている。二番茶摘採後に一番茶枝の枝枯れ症状(写真2)発症数を調査したところ、ベルコート水和剤の防除効果が最も高く（図8）、発症程度と古葉及

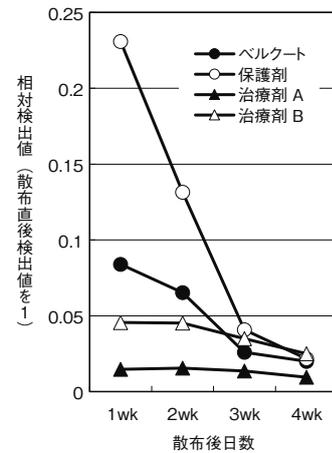


図5. 薬剤の散布後から減衰

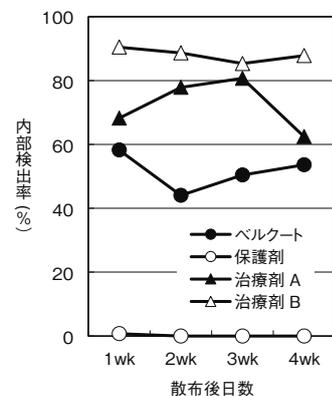


図6. 薬剤散布後の葉内部から検出率

び一番茶葉での潜在菌量（図7）は関係している傾向にあった。枝枯れ症状とは輪斑病菌による症状の一つで、摘採等の切り口から菌が侵入して黒変し、脇芽の新梢が伸長することなく枯死する症状で新梢枯死症と類似したものである。一番茶期の農薬散布の効果を3月中旬処理と4月中旬処理を比較するとベルコート水和剤と保護剤はほぼ同等だったが、治療剤2剤は4月上旬処理の方が高くなった（図9）。両剤は作用点が菌の代謝系に関わる部分であり、気温の低い時期では菌の活性が低いため十分な効果が得られなかったことが考えられた。一方、ベルコート水和剤の作用点は細胞膜であり、気温の影響を受けることなく効果が現れたと考えられた。散布後2週間の平均気温は、3月中旬処理時が11.1℃、4月中旬処理時が17.5℃だった。

5. ベルクートの新梢枯死症防除効果

現地生産者圃場において2019年に新梢枯死症防除を念頭に通常防除を行う三番茶期（7月3日）及び一番茶期（3月12日）にベルコートフロアブル（2000倍）散布を行い、樹体内輪斑病潜在菌量の変動及び新梢枯死症発症程度を調査した。調査期間（1



写真2. 枝枯れ症状

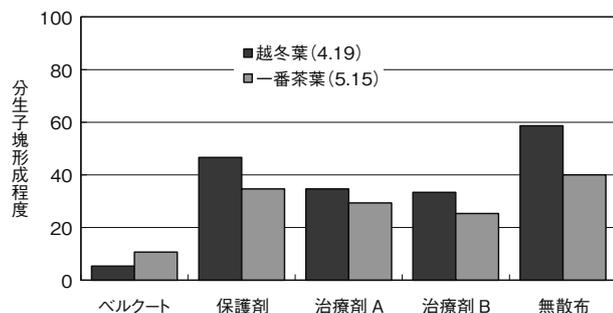


図7. 薬剤の輪斑病潜在菌に対する抑制効果及び持続性

月19日～9月29日）中、試験圃場では5月15日に炭疽病を対象としたフェンブコナゾール散布以外の病害防除は行わなかった。対照（参考）とした隣接茶園は他生産者所有の圃場のため、散布歴は把握していないが、防除暦に準じて5月下旬、7月上旬及び下旬、8月下旬にベルコート以外の殺菌剤が散布されていた。一番茶期に散布した理由は散布による密度低減効果が新梢枯死症の発生時期まで持続するかを把握するためである。通常この時期に殺菌剤散布は行わないことから生産者には作業負担になるが、慣行防除として実施している3月上中旬のカンザワハダニ防除との同時防除であればその問題はなくなる。加えて、浸透性はあるが浸透移行性のないベルコートの効果を十分に発揮するにはむらなく十分量を散布する必要がある。試験実施地域では通常の薬剤散布量は約200L/10aであるが、春先のカンザワハダニ防除では400L/10a散布している。試験区はどちらもベルコート散布後、潜在菌密度は低下し、その密度はその後も維持されていた（図10）。一番茶期散布圃場ではその低密度は三番茶期まで維持されていた。そして、三番茶枝での新梢枯死症の発生程度は少なかった（図11）。調査した4茶園での新梢枯死症の発生程度は7月10日の菌密度と密接な関係が認められ、菌の感染は6月8日から7月10日までの間であり、この間に実施された2番茶

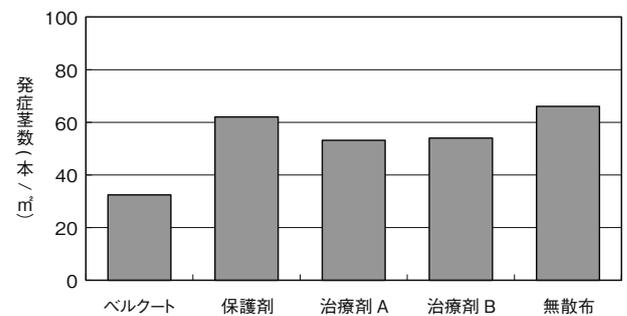


図8. 薬剤の枝枯れ症状に対する防除効果

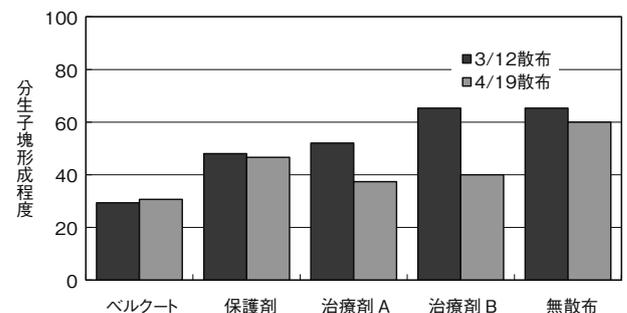


図9. 薬剤散布時期の違いによる分生子塊形成抑制効果差

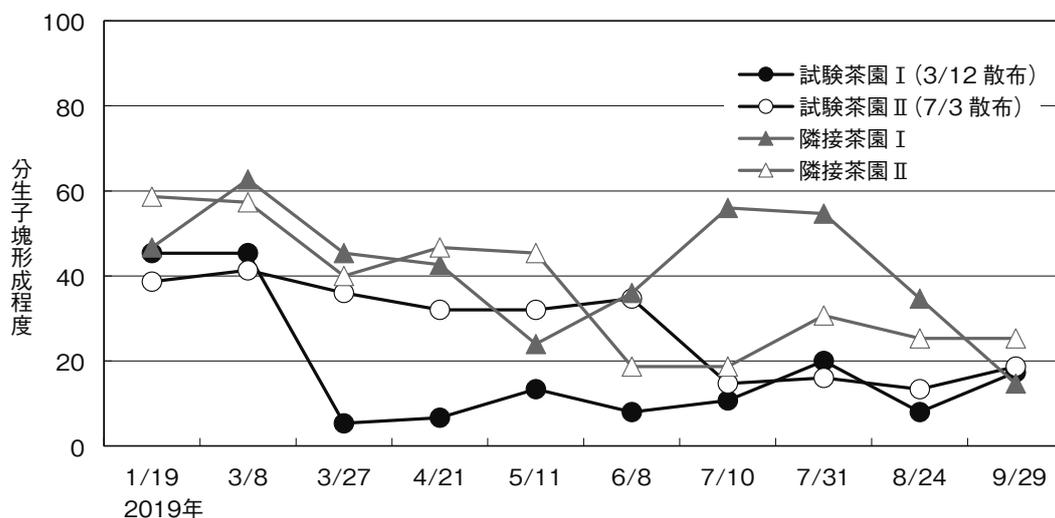


図 10. ベルクート散布による輪斑病内在菌増殖抑制効果

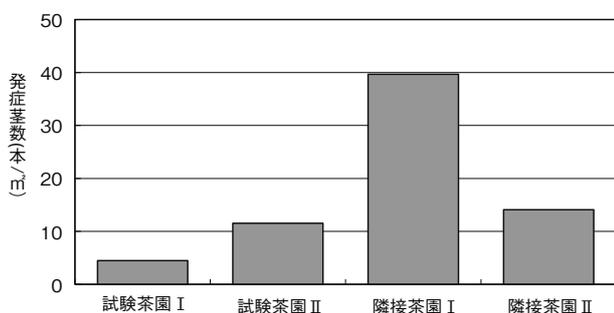


図 11. ベルクートフロアブル散布による新梢枯死症の防除

摘採あるいはその後の整枝による傷から起きたものと考えられた。

6. おわりに

ベルクートの有効成分であるイミノクタジナルベシル酸塩は細胞膜の機能阻害と DMI 剤とは作用点が異なるエルゴステロール生合成阻害の作用を有し、幅広い抗菌スペクトラムを示す。茶栽培においては、炭疽病、輪斑病及び新梢枯死症に登録があるが、ベルクートを認識している茶生産関係者は少なく、使用頻度はさほど高くないのが現状である。殺菌剤は治療剤と予防剤に大別され、ベルクートは治療剤に分類されている。しかしながら、予防効果が優れる薬剤として知られており、その結果、予防剤と誤解されていることが多いと感じている。そして、そのことが茶栽培での利用が少ない一因であると考えている。今回改めてベルクートの特性を検討した結果、再認識したことがある。1つは薬剤としての殺菌効果である。殺菌効果があるということは栽培環境の病原菌密度を確実に低減させる。年間に2～

4回連続生産をする茶栽培では重要なことと考えている。2つ目は作用点の一つが細胞膜であることから温度の影響は受けにくく、低温期の散布でも効果が期待できることである。したがって、一作目の初期密度を低下させることが可能で、それが二作目以降にも影響すると考えている。そして3つ目は組織内への浸透性が高いことである。一般に浸透性と言われているが、浸透移行性（薬剤が全身に移行する性質）と混同され、浸透移行性のないベルクートは浸透性もないと誤解されている傾向にある。保護効果が高いという情報も誤解を招いている一因と考えている。ベルクート散布1週間後の葉内部からの検出値は0.6ppm、それに対し治療剤Aが0.2ppm、治療剤Bが0.3ppmであり、かなりの量が組織内部に浸透している（データ省略）。有効成分のイミノクタジナルベシル酸塩の水溶解度が6mg/L、オクタノール/水分係数（Log Pow）が1.14であること⁽³⁾は、既存の浸透移行性を有する殺菌剤の両値との比較から、散布後葉内部に浸み込むことが推測できる。浸透性に優れ、組織内部の菌に対しても作用できることから殺菌効果のある治療剤として十分に活用できる。

本稿では新梢枯死症を対象病害として慣行防除では想定していない時期での散布を紹介した。予防とは感染を防ぐことであるが、感染可能な時期にそこに病原菌が存在しなければ当然、感染は起こらない。今回の事例はそれを前提にした防除の一例である。原井⁽⁴⁾は一番茶開葉期にアゾキシストロビン散布、二番茶開葉期に各種薬剤を散布して、三番茶生育期の新梢枯死症の防除に一番茶期のアゾキシストロビ

ン散布が有効であることを報告している。恐らく、一番茶期散布で効果が認められる薬剤はほかにもあるだろうが、カンザワハダニとの同時防除を意識した3月上中旬の散布、QoI 剤耐性菌の生息有無を考慮すると、選定すべき薬剤は限定される。

茶栽培で問題となる病気は新梢枯死症以外にも炭疽病、輪斑病、褐色円星病など多々あり、防除もそれらに対応する必要がある。年間の病虫害防除体系を構築するにあたり、合理的かつ効果的な防除を行うためにはどの時期に何を対象とした防除を行うのかのほかに、薬剤のどのような特性を活かした防除を行うのかをしっかりと見極めることが重要であると考えている。その観点からベルクトは様々な場

面で活用できる薬剤であり、茶生産地においてさらなる有効な防除体系を検討するにあたっての一要素として価値ある薬剤だと思っている。

引用文献

- (1) 成澤信吉, (1988). 茶研報, 67 : 56-57.
- (2) 秋田滋・山田憲吾, (2002). 農研機構野菜茶業研究所成果情報 (<http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/vegetea/2002/vegetea02-07.html>).
- (3) 日本植物防疫協会, (2016). 農薬ハンドブック 2016 年版 : 483-485.
- (4) 原井則之, (2017). 茶研報, 127 (別) : 35