

連載 病虫害抵抗性付与の品種開発 シリーズ (10)

チャ育種における病虫害抵抗性品種の現状と展望

農研機構 野菜茶業研究所 茶業研究領域

萬屋 宏 (よろずや ひろし)

はじめに

環境への負荷の軽減と農作物の安全性に配慮し、生産性の向上を図る持続可能な農業を目指すためには、化学農業に極力頼らない病虫害の防除体系の構築を目指す必要がある。総合的病害虫管理 (IPM) の概念においても、病虫害を安定的に低密度の状態に保つための主な手段として、病虫害抵抗性品種の利用が挙げられている。また、病虫害抵抗性品種の活用は病虫害による被害を防ぐのに最も経済的であるうえに導入が容易であり、環境にも安全な手段であると指摘されている。農薬使用量を減らすなどの生産コストの低減が最重要課題になっている茶生産現場において、病虫害抵抗性品種の導入は低コスト化への有効な手段であり、最も必要とされる技術である。しかし、チャの育種では、長年にわたって育種目標を摘採期の分散、品質と収量の改善においていたため、病虫害抵抗性を主目的とした品種育成は遅れている。そのため複数の病虫害に抵抗性を持ち、収量性と品質に優れた緑茶品種は、まだ少ないのが現状である。病虫害抵抗性を有する既存のチャ品種は、早生品種が多いなど多様性に欠けているといった改善すべき点があり、この点も普及が進んでいない一因になっていると思われる。今後も収量性と製茶品質に優れた複数の病虫害に抵抗性を持つ多様なチャ品種の育成は、主要な育種目標である。

I チャの主な病害と抵抗性育種

チャの病害としては、約 50 種が記録されている。このうち、糸状菌病である炭疽病と輪斑病および細菌病である赤焼病が主要 3 病害とされ、基幹防除の対象となっている。また平坦地では、ほとんど発生しないものの中山間地ではもち病が防除の必要な病害となっている。

1 炭疽病

炭疽病の発生は全国的に認められ、‘やぶきた’など感受性品種では薬剤散布による防除が必須となっている。

抵抗性検定法については、切り離し葉を用いた付傷接種検定法が開発されており、育種の現場で活用されている。この検定法の結果は、圃場での自然発生の程度とよく一致しており、現在、本法を用いて、‘みなみさやか’と‘さやまかおり’の交雑後代の炭疽病抵抗性検定を行って抵抗性の分離を調査し、炭疽病抵抗性 DNA マーカーの開発が進められている。

2 輪斑病

近年、ストロビルリン系殺菌剤耐性の輪斑病の発生が確認され、基幹防除剤である本剤の使用が制限されるようになり、輪斑病抵抗性品種の重要性は増している。輪斑病は、チャで遺伝子型が明らかにされている唯一の病害であり、高度抵抗性を示す *Pl1* をホモに持つ‘べにふうき’、‘ふうしゅん’、‘くりたわせ’や‘みなみさやか’を交配に利用すれば、次代はすべて輪斑病に高度抵抗性を持つことになる。また育成系統における抵抗性程度の評価は、圃場における抵抗性程度の評価だけでなく、切り枝の硬化葉に接種する輪斑病抵抗性検定法でも行っており、本病に抵抗性を有する品種の育成が進んでいる。

3 赤焼病

赤焼病は、晩秋期から初春期の低温期に主に発生が認められ、多発すると著しい落葉がおこる。本病の発生は栽培管理や環境条件に大きく影響を受け、発生予察法は確立されておらず、初期病斑の発見も困難な難防除病害である。現在、防除には銅水和剤を主体に行われているが、防除効果の高い薬剤は少ない。さらに、チャトゲコナジラミ防除を目的とした、マシン油乳剤の冬期散布が近年増加しているが、これは赤焼病の発病を助長することが明らかにされ (吉田ら, 2013)、抵抗性品種の開発の必要性が高まっている。現在、圃場における菌の接種によって主要品種の抵抗性程度の確認を行っているが、野菜茶業研究所は、抵抗性検定法の開発にも取り組んでおり、本病に抵抗性を持つ品種の開発を進める予定である。

4 もち病

もち病は主に中山間地で発生が認められる病害であり、世界的には、本病が最重要病害とされている。主要品種間で本病に対する抵抗性程度に違いがあることが明らかになっているが、遺伝様式は、わかっていない。しかし、野菜茶業研究所では、本病抵抗性品種育成を目的にした新芽に接種する室内もち病抵抗性検定法の開発を進めている。この簡易な検定法が確立されれば、本病に対する抵抗性品種育成が進められる。

5 主要品種の病害抵抗性

現在までに、接種検定法、特性検定ならびに圃場接種により判明した主要品種の輪斑病、炭疽病、赤焼病、もち病に対する抵抗性を表-1にまとめた。すべての病害に抵抗性を持つ品種はまだ育成されておらず、栽培地域に合わせた品種導入が必要である。

表-1 各チャ品種における主な病害に対する抵抗性程度

品種	炭疽病	輪斑病	赤焼病	もち病
やぶきた	弱	弱	中	やや弱
ゆたかみどり	中	中	弱	中
かなやみどり	中	強	弱	強
さやまかおり	弱	強	やや強	弱
おくみどり	弱	強	強	やや弱
さえみどり	中	弱	弱	強
ふうしゅん	弱	強	弱	中
みなみさやか	強	強	中	やや強
べにふうき	強	強	強	やや弱
さきみどり	弱	強	弱	強
はるみどり	中	弱	弱	中
そうふう	中	強	弱	中
ゆめかおり	弱	強	弱	やや弱
はるのなごり	中	強	弱	中
さえあかり	強	強	強	やや弱
なんめい	中	強	弱	弱
おくはるか	やや弱	強	中	やや弱
きりり 31	弱	強	やや弱	弱
つゆひかり	強	中	弱	やや強

注1) 抵抗性程度は、強、やや強、中、やや弱、弱の5段階で評価した。

注2) 「強」と「やや強」は基本的に防除が不要、「中」は環境条件によっては防除が必要な場合がある、「やや弱」と「弱」は積極的な防除が必要であることを示す。

II チャの主な虫害と抵抗性育種

常緑の永年性作物であるチャには、そこに定住し、または外部から移動してくる害虫類が非常に多く、チャの害虫としては、昆虫類、ダニ類や線虫類で100種余が記録されている。このうち現在全国の茶園で被害が大きく問題になっている害虫種は、チャノミドリヒメヨコバイ、クワシロカイガラムシ、チャノホソガ、チャノキイロアザミウマ、チャハマキ、チャノコカクモンハマキ、チャトゲコナジラミ、カンザワハダニおよびチャノナガサビダニが挙げられる。また地域や年によっては、ナガチャコガネ、ヨモギエダシヤク、ウスミドリカスミカメやマダラカサハラハムシ等も防除が必要な程度に発生することがある。主要害虫の種類も多いのでその防除費用や防除回数も多くなり、この点が茶葉の生産コストが高くなる原因になっている。しかし、現在、チャにおける虫害抵抗性育種は、病害抵抗性育種に比べて大きく立ち後れているのが現状である。その理由としては、虫害抵抗性の評価が病害抵抗性の評価に比べて困難で、育種に応用できる検定法・選抜方法が確立し難いことが要因として挙げられる。また、炭疽病や輪斑病の抵抗性は、すでに多くの品種、系統、遺伝資源が持っている形質であるのに対して、虫害抵抗性は、病害抵抗性よりもまれな形質であると思われる。そのため育種素材の選定が困難であることも大きく立ち後れることになった要因として考えられる。

現在、チャにおける虫害抵抗品種で実用化されているのは、クワシロカイガラムシを対象にした抵抗性品種のみである。本稿では、これまでのクワシロカイガラムシに抵抗性を持つチャ品種開発の取り組みを紹介する。次に今後の展開としてチャノミドリヒメヨコバイ抵抗性品種の育成に向けた育種素材の探索、検定法（選抜法）の開発や抵抗性メカニズム解明に関する研究を紹介する。

1 クワシロカイガラムシ抵抗性品種の開発

クワシロカイガラムシ *Pseudaulacaspis pentagona* Targioni は、チャの重要害虫であり、発生量が多いときは、収量が減少するだけでなくチャ樹が枯死する場合もある。また防除適期が、ふ化幼虫の時期に限られていること、生息している樹冠内部に届くように薬剤を10a当たり1,000lも散布する必要があることから防除が困難である。そのため抵抗性品種の育成が求められていたが、現在は、卵数を指標にした抵抗性検定法が確立したこととDNAマーカーによる選抜が実用化されたことで抵抗性品種育成が進められている。‘さやまかおり’は、以前から本虫の発生が極めて少ないことが知られていた

チャ品種であるが、‘さやまかおり’は、検定により実際に抵抗性があることが明らかにされ、その形質は、優性の1遺伝子によって支配されていることがわかった。この抵抗性遺伝子は、*MSR-1* 遺伝子と呼ばれ、田中らによって *MSR-1* 遺伝子と連鎖する DNA マーカーが開発された (田中, 2006)。この DNA マーカーによって本虫に対する抵抗性育種は格段に効率化され育種の現場で用いられている。

野菜茶業研究所枕崎茶業研究拠点においては、クワシロカイガラムシ抵抗性の DNA マーカー選抜技術、炭疽病および輪斑病の接種検定技術を用いて、主要病虫害に抵抗性を示し、収量性と製茶品質に優れるチャ系統として‘枕崎 35 号’を選抜した。‘枕崎 35 号’は、病虫害複合抵抗性品種‘なんめい’として 2012 年に出願公表を行った (図-1)。「なんめい」は、早生品種であることから、野菜茶業研究所は、中生と晩生の収量性と優良な製茶品質を兼ね備えた病虫害複合抵抗性品種の育成を今後の育種目標にしている。

2 チャノミドリヒメヨコバイ抵抗性品種育成に向けた研究

チャノミドリヒメヨコバイ *Empoasca onukii* Matsuda は、チャの新芽を吸汁して、葉の黄褐変や萎縮、落葉および新芽の生長を阻害するチャの最重要害虫である (図-2)。本虫は、主に二番茶および三番茶に大きな被害を与えることが知られており、現在この時期の本虫に対する防除は、欠かせないものとなっている。化学農薬を使用しない無農薬栽培茶園においては、二番茶以降に特に本虫の発生密度が高くなるため、二番茶および三番茶のチャ芽生育が悪化し収量が低下する。また、難防除害虫であったクワシロカイガラムシが‘なんめい’、‘ゆめかおり’や‘みなみさやか’等のクワシロカイガラムシ抵抗性品種が育成・導入されていること、ピリプロキシフェンによる防除で長期に渡って密度抑制が可能になったことから、クワシロカイガラムシに変わって本虫が茶の生産現場において最も防除しにくい昆虫になっている。

そこでチャノミドリヒメヨコバイに抵抗性を持つチャ品種育成に向けて、野菜茶業研究所に保存されているチ

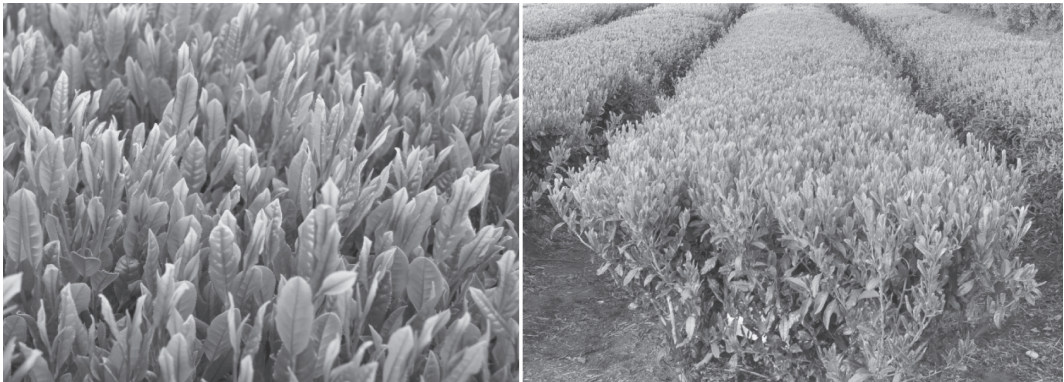


図-1 病虫害複合抵抗性品種‘なんめい’の一番茶新芽 (左) と一番茶の園相



図-2 チャノミドリヒメヨコバイ (左) と吸汁され萎縮したチャの新芽 (右)

チャ遺伝資源から育種素材の探索を開始した。2011年にチャノミドリヒメヨコバイの飼育方法を確立し、吸汁に対する耐性および吸汁痕数から抵抗性を評価する飼育実験を行った。その結果、チャ遺伝資源3系統において吸汁加害を受けても最も普及している品種‘やぶきた’で見られた茎の枯死がなく、葉脈の褐変程度が非常に小さいことから耐性があること、‘やぶきた’よりも吸汁痕数が著しく少ないことから餌資源としてあまり利用されておらず、顕著な抵抗性があることがわかった(萬屋・田, 2012)。これら3系統は、吸汁痕数だけでなく実際の吸汁量も少ない可能性がある。そこで2012年においては、これら3系統がチャノミドリヒメヨコバイ抵抗性品種育成のための育種素材としてふさわしいか、さらなる抵抗性(抗寄生性)を明らかにするために吸汁量の指標として甘露排出量を評価する飼育実験を行った。甘露排出量は、実際の吸汁量を反映していることが指摘されており、甘露排出量の評価は、イネに寄生するトビイロウンカ *Nilaparvata lugens* Stål をはじめ吸汁性昆虫における抗寄生性を指標にした抵抗性程度を評価するのに広く用いられている方法である (PATHAK et al., 1982)。

その結果、これら3系統上での本虫の甘露排出量は、非常に少なくなることから、十分な吸汁ができておらず顕著な抵抗性(抗寄生性)を示すことが明らかになった(萬屋・荻野, 2014)。甘露排出量の測定は、48時間で結果が出る抵抗性程度の評価方法であり、葉脈の褐変程度から吸汁に対する耐性を評価する方法も非常に簡便である。野菜茶業研究所では、これらの方法を簡略化した個体選抜などにも用いられる効率的な抵抗性検定法を開発した。現在、これらの検定法を用いてチャノミドリヒメヨコバイ抵抗性品種の育成に向けた選抜を行っている。その一方で本虫抵抗性に関する遺伝様式の解明には、更なる調査が必要である。

抵抗性現象を起こした行動学的要因を解明するためにDC EPGシステムを用いた吸汁行動の解析を行っている。DC EPGシステムは、アブラムシ類やヨコバイ類等の吸汁行動の構成要素(探針行動、師管や葉肉組織からの吸汁等)ごとに生じる特異的な波形とその持続時間を測定し、植物の抵抗性による吸汁行動の違いを定量化で

きる装置である。このDC EPGシステムを用いて本虫に抵抗性現象を示したチャ遺伝資源3系統のうち2系統上での吸汁行動の詳細を分析し、これら系統が持つ抵抗性現象の行動学的要因を明らかにする実験を行った。その結果、‘やぶきた’と比べて明らかに吸汁の持続時間が短くなる一方で、吸汁していない時間が長くなることがわかった。また探針行動や継続した吸汁回数が少なくなることがわかった。これらの吸汁行動の違いが甘露排出量や吸汁による被害程度の違いを引き起こす要因になったと思われる。ただし、吸汁行動の違いを起こさせる要因(なんらかの抵抗性物質の存在や物理的な防御機能等)の解明には、さらなる研究が必要である。

おわりに

既存のチャの病虫害抵抗性品種では、まだ収量、品質や早晚性等に改善すべき点も多い。さらにチャノホソガなど抵抗性品種育成に向けた取り組みがまったくなされていない病虫害種も多いのが現状である。ただ、遺伝情報の解読技術の進歩によってDNAマーカーの開発や病虫害抵抗性遺伝子の同定が容易になることから、ゲノム情報を利用した病虫害抵抗性品種育成に関する技術は、今後さらに利用しやすくなり、病虫害抵抗性品種の開発も進むものと思われる。しかし、抵抗性遺伝資源の探索、検定法の開発や後代個体群の抵抗性評価など地道で多大な労力が必要となる作業がなくなるわけではない。多大な労力の末に開発される抵抗性品種を少しでも現場で長く活用するために、抵抗性を打破した病虫害個体群のモニタリング手法の開発、適切な薬剤防除、天敵や周辺環境の利用や耕種防除を組合せた総合的な防除方法の開発も同時に求められる。つまり病虫害抵抗性品種の育成だけでなくその管理方法の開発もこれからの研究に求められる。

引用文献

- 1) PATHAK, P.K. et al (1982): Journal of Economic Entomology 75: 194 ~ 195.
- 2) 田中淳一 (2006): 野菜茶業研究所研究報告 5: 113 ~ 155.
- 3) 吉田克志ら (2013): 九病虫研究会報 59: 13 ~ 21.
- 4) 萬屋 宏・田中淳一 (2012): 九州病虫害研究会報 58: 93 ~ 99.
- 5) 荻野暁子 (2014): 昆虫 (ニューシリーズ) 17 (1): 23 ~ 31.