

報道関係者各位

国立大学法人筑波大学

国立大学法人茨城大学

ベトナムにおけるコーヒーノキ葉さび病の発生起源と移動経路を解明

ベトナムにおけるコーヒー栽培は、1857年にアラビカ種のコーヒーノキがベトナム北部にもたらされたのが始まりです。その後、栽培地域は南部へと広がり、現在では、ブラジルに次いで世界第2位の生産量になっています。その一方で、真菌類によるコーヒーノキの深刻な病気の一つである「コーヒーノキ葉さび病」による被害が、1890年以降、拡大しています。しかしながら、この病気がベトナム国内で発生・拡散したプロセスや、病原菌の生物学的特性に関する研究は、これまで行われていませんでした。

本研究では、ベトナムの多くのコーヒー・プランテーションから病原菌を採集し、DNA塩基配列に基づく分子系統学・集団遺伝学的調査を行いました。その結果、ベトナムでの本病の発生が、北西部を起源として南部へ広がったことが明らかとなりました。また、これとは別に、ベトナムのコーヒー主要生産地の一つである南部の中央高原を起源とした病原菌集団が確認され、南部ではこれが拡大している可能性が示されました。中央高原には、1900年代初めにロブスタ種が導入されており、その際に、この病原菌集団が移入したと考えられます。

今後、より網羅的なDNA塩基配列情報に基づいた解析を進め、本菌の遺伝的構造、集団動態、起源、移動経路などを明らかにする予定です。本研究成果は、コーヒーノキ葉さび病のリスクマネジメントを通して、世界各地におけるコーヒー栽培に貢献することが期待されます。

研究代表者

筑波大学生命環境系

岡根 泉 准教授

茨城大学教育学部

小野 義隆 名誉教授

研究の背景

コーヒーノキ葉さび病 (Coffee Leaf Rust: CLR) はサビキン^{注1)}によって起こる真菌感染症で、激しく感染した葉は早く枯れ落ちてしまいます。落葉が繰り返されるとコーヒーノキが数年で枯れてしまうこともあるため、コーヒー栽培において最も危険な病気とされています (図 1)。この病気は、15 世紀にイエメンで栽培化されたコーヒーノキ (アラビカ種: *Coffea arabica*) とともに、19 世紀中頃までにはインド洋沿岸地域から南太平洋の島々へと広がりました。アジアにおける CLR の爆発的流行は、元来、冷涼・乾燥気候に適したコーヒーノキの苗木を、CLR に感染していると知らずに、高温多湿な熱帯モンスーン気候地帯へ持ち込んだことなど、人為的要因で生じたといわれています。一方、18 世紀初頭にヨーロッパを経由してカリブ海の島々や中南米に持ち込まれたコーヒーノキに関しては、1970 年以降になって CLR が急速に拡大し、コーヒー豆の品質低下と収量減少をもたらしています。

ベトナムにおけるコーヒーノキの栽培は、1857 年にアラビカ種がフランス人宣教師によって比較的冷涼なベトナム北部にもたらされたのが始まりで、サビキンの一種 *Hemileia vastatrix* (*H. vastatrix*) が確認されたのは 1890 年です。アラビカ種の栽培はベトナム南部に広がっていきましたが、次第に、より高温・湿潤の気候に適応し CLR に抵抗性のあるロブスタ種 (*Coffea canephora*) に置き換えることで生産量を伸ばしています。一方、ベトナム北西部では、アラビカ種の品質を保ちながら *H. vastatrix* に一定の抵抗性があるカチモール品種 (アラビカ種とロブスタ種の交雑品種に由来) の導入が進んでいます。

現在、ベトナムはコーヒー豆の全世界生産量第 2 位となっていますが、CLR の発生状況や、原因サビキンの遺伝的多様性、病原性の変異といった生物学属性の詳しい調査・研究は、これまで全く行われていませんでした。

研究内容と成果

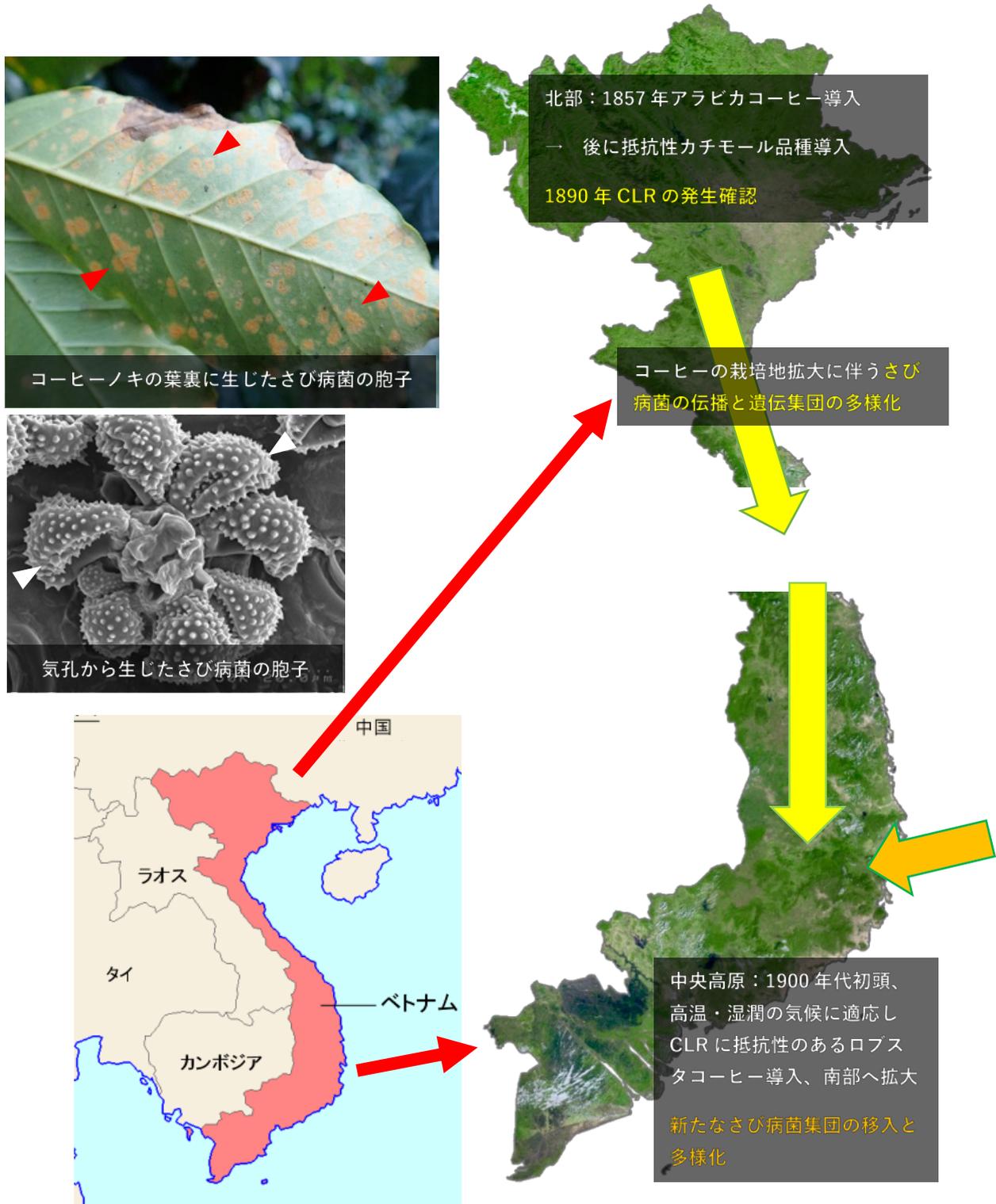
本研究チームでは、ベトナムの主要なコーヒー生産地となっている北西部、中央高原、南東部の計 85 か所のプランテーションを調査し、その半数で CLR の発生を確認するとともに、CLR に抵抗性があるといわれているロブスタ種やカチモール品種にも、感染が広がっている実態を明らかにしました。また、病原サビキンである *H. vastatrix* の生物学的特性の解明と、核リボゾーム DNA 内部転写スペーサー領域^{注2)}の塩基配列の違いに基づいたハプロタイプ^{注3)}を識別し、公開データベースから抽出した、タイおよび南米各国で発生したサビキンのデータも加えて、分子系統学・集団遺伝学的調査を行いました。そして、ベトナムの *H. vastatrix* 集団から 36 のハプロタイプを検出し、より祖先的なものとそこからより最近に派生したと考えられるものの分布状況から、ベトナムにおける CLR は、コーヒーの主要生産地である北西部を起源として南部へ広がったことを初めて明らかにしました (図 1 および図 2)。さらに、もう一つの主要生産地である中央高原を起源とした別のサビキン集団が確認され、ベトナム南部ではこれが拡大している可能性が示されました。中央高原には、1900 年代初めにロブスタ種が導入されており、その際に新たなサビキン集団が移入したと考えられます。このように、サビキンが、宿主植物の広がりとともに、遺伝的変異を伴いながら拡散している様子が明らかになりました。

今後の展開

本研究では、ベトナムに最初に定着したと考えられる *H. vastatrix* のハプロタイプは、南米のものとも共通することも分かりました。今後は、より網羅的な DNA 塩基配列情報に基づく集団遺伝学的研究を進めるとともに、世界的な視野で、本菌の遺伝的構造、集団動態、起源、移動経路などを明らかにする予定です。

本研究成果は、コーヒーノキ葉さび病のリスク評価に資するものであり、世界各地におけるコーヒー栽培に貢献することが期待されます。

参考図



地図： https://www.travel-entech.jp/world/map/vietnam/Map_of_Vietnam_and_neighboring_countries.htm

図1 コーヒーノキ葉さび病の病徴と病原サビキン *Hemileia vastatrix* の顕微鏡写真、およびベトナムにおけるコーヒー栽培の歴史と本病の発生・拡大の経緯。

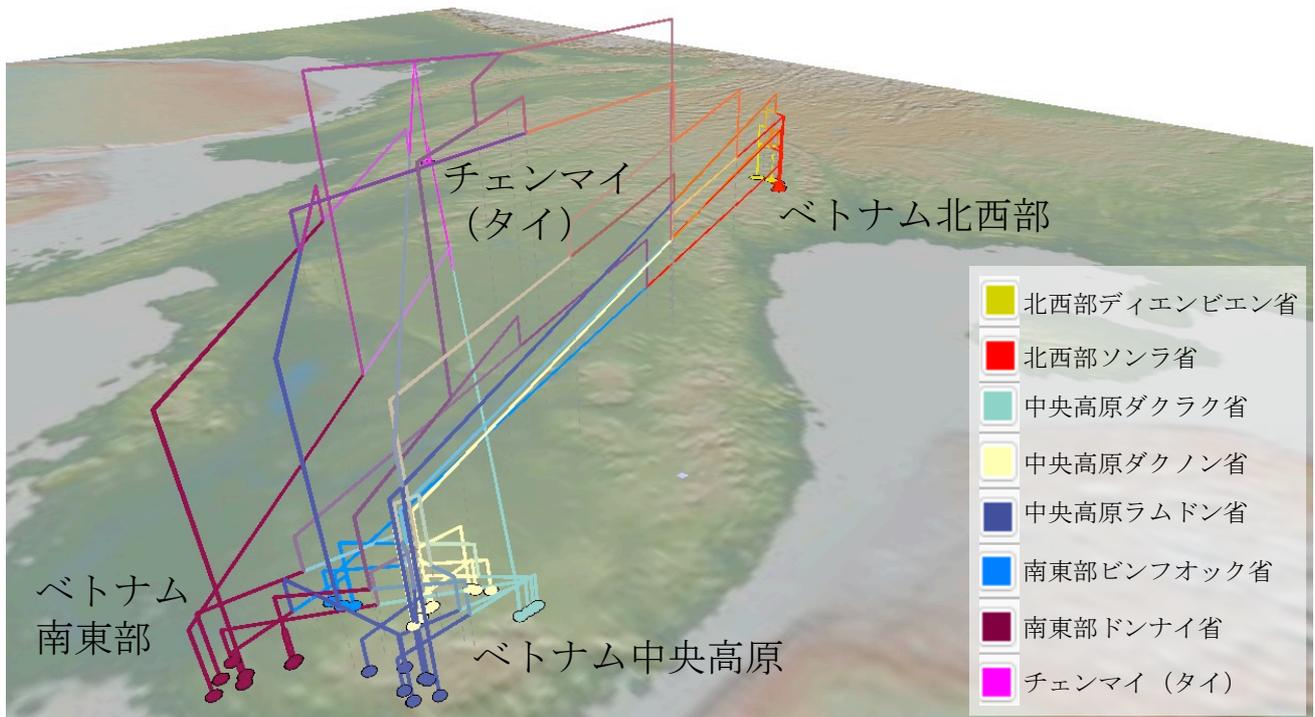


図2 核リボゾーム DNA ITS 領域塩基配列に基づく、ベトナムとタイ(チェンマイ)の *Hemileia vastatrix* 集団の生物系統地理学的解析の結果。各地域集団のプランテーションを異なる色の点で示し、その色で示された各線の連結は系統的関連性を示す。(Le et al. 2022 より一部改変)

用語解説

注1) サビキン

サビキン目を構成する真菌界最大の単系統群であり、既知の種数は 7000 種 にのぼる。高い宿主特異性を持ち、厳密に宿主植物に依存した絶対寄生性の生活様式を送るサビキノは、系統発生的に最も古いイワヒバから、高度に分化した多くの種を含むイネ科、マメ科、シソ科、セリ科、キク科に至る、多数の維管束植物への寄生性を獲得している。

注2) 核リボゾーム DNA 内部転写スペーサー領域 (ITS 領域)

染色体上のリボソーム DNA 領域には 18S、5.8S、28S リボソーム RNA をコードする部分が存在する。これら 3 コード領域の間の 2 か所は、RNA に転写後修飾される転写領域内部のスペーサー (Internal Transcribed Spacer, ITS) と呼ばれている。ITS 領域は機能の少なく、この部分の塩基配列の違いは生物の近縁関係を示すものとして、系統分類や系統進化研究に利用されている。

注3) ハプロタイプ (haplotype)

"haploid genotype" (単数体の遺伝子型) の略で単倍型ともいわれる。ヒトなど多くの生物種は二倍体 (単数体の核 2 個が融合した複相の核一つを持つ) であるが、種によっては一倍体 (単数体の核 1 つを持つ: 単相) や三倍体以上の多倍数体のゲノム組成をもつ。本研究で対象としたサビキノは形成する夏胞子には単数体の核が 2 個あり (重相と呼ばれ、二倍体種にみられる複相とは異なる)、単数体の核を 1 つだけもつ夏胞子は形成しないか、きわめてまれである。そのため、本研究では、サビキノの夏胞子から得られた単数体の塩基配列の変異にもとづいた遺伝子の“型”をハプロタイプとして取り扱った。

研究資金

本研究は、科研費基盤研究 B および挑戦的研究萌芽の一環として実施されました。

掲載論文

【題名】 Incidence of coffee leaf rust in Vietnam, possible original sources and subsequent pathways of migration.

(ベトナムにおけるコーヒーノキ葉さび病の発生状況、推定される発生源とその後の拡大経路について)

【著者名】 Cham Thi Mai Le ^{1,2}, Izumi Okane ³, Yoshitaka Ono ⁴, Yoshiaki Tsuda ⁵, Yuichi Yamaoka ³

¹ Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki 305-8572, Japan

² Division of Microbial Technology, Biotechnology Center of Ho Chi Minh City, Trung My Tay Ward, District 12, 71507 Ho Chi Minh, Vietnam

³ Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki 305-8572, Japan

⁴ College of Education, Ibaraki University, Mito, Ibaraki 310-8512, Japan

⁵ Sugadaira Research Station, Mountain Research Center, University of Tsukuba, Ueda, Nagano 386-2204, Japan

【掲載誌】 Frontiers in Plant Science

【掲載日】 2022年4月5日

【DOI】 10.3389/fpls.2022.872877

問い合わせ先

【研究に関すること】

岡根 泉 (おかね いずみ)

筑波大学生命環境系／微生物サステナビリティ研究センター (MiCS) 准教授

URL: <https://www.bres.tsukuba.ac.jp/laboratories/plantparasiticmycology/>

【取材・報道に関すること】

筑波大学広報室

TEL: 029-853-2040

E-mail: kohositu@un.tsukuba.ac.jp

茨城大学広報室

TEL : 029-228-8008

E-mail: koho-prg@ml.ibaraki.ac.jp