静岡大学
NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION SHIZUOKA UNIVERSITY

Press　Release

令和 2 年 10 月 23 日

静岡県庁社会部
　各報道機関　御中

国立大学法人静岡大学長
石　井　　潔

日本茶の機能性成分含量を大量の DNA から予測し、新品種の開発へ
～品種改良の期間短縮と省力化、多様なニーズへの対応が可能に～

静岡大学学術院農学領域の森田明雄教授、一家崇志准教授らのグループは、日本茶の機能性成分含量を**大量の DNA 情報** (注 1) から予測することに世界で初めて成功しました。

これにより、品種改良に要する時間短縮と省力化、多様なニーズに即応した新品種の育成が可能となります。また、国際的に注目を集める日本茶に新たな付加価値を加えることにより、消費・輸出の拡大なども期待されます。

本研究成果は 2020 年 10 月 15 日（ロンドン時間）に、国際科学誌「*Scientific Reports*」（オンライン版）に掲載されます。

【背景】

・チャは木本植物 (注 2) であるため、品種改良に数十年の時間と多くの労力を要する。
・日本の茶栽培面積の 70%以上が「やぶきた」一品種が占めており、茶品質の画一化、作期の集中による過剰労働や気象災害のリスク拡大などの問題が以前から指摘されている。
・生産者・消費者の多様なニーズに対応するため、効率的な品種改良技術が求められている。

【本研究の内容と成果】

・静岡県農林技術研究所茶業研究センター内で保存されている多数の**チャ遺伝資源** (注 3) 個体から、**機能性成分** (注 4) 含量と DNA 情報を取得。
・作物の形質を大量の DNA 情報から予測する「ゲノミックプレディクション」技術について、チャの品種改良における有効性を評価。
・これにより、将来の茶園から収穫できる茶葉中のカテキン類やカフェイン含量を発芽直後の個体から予測することが可能になった。
・今後、チャの品種改良に要する時間の短縮と省力化、多様なニーズに即応した新品種の育成技術としての活用が期待できる。

【研究に関するお問合せ先】
静岡大学 学術院農学領域
准教授 一家 崇志
電話　：054-238-6745
ＦＡＸ：054-238-6745
メール：ikka.takashi@shizuoka.ac.jp

【報道に関するお問合せ先】
静岡大学 広報室
担当　：大泉 秀樹
電話　：054-238-5179
ＦＡＸ：054-237-0089
メール：koho_all@adb.shizuoka.ac.jp

【研究概要】

静岡大学学術院農学領域の森田明雄教授、一家崇志准教授らのグループは、静岡県の基幹作物の一つである茶の機能性成分含量を、大量の DNA 情報から予測することに世界で初めて成功しました。本研究は、龍谷大学 (永野惇准教授)、静岡県農林技術研究所茶業研究センター (片井秀幸上席研究員)、静岡大学 (森田明雄教授、一家崇志准教授)、静岡大学大学院総合科学技術研究科農学専攻修士 2 年の内田知希君、岐阜大学大学院連合農学研究科 (静大配置) 博士課程修了生の田中靖乃さんの共同研究で、主に岐阜大学大学院連合農学研究科 (静大配置) 博士課程 3 年 (兼日本学術振興会特別研究員 (DC2)) の山下寛人君の研究が基礎となっています。

チャは木本植物 (注 2) であるため、品種改良に数十年の時間と多くの労力を要します。日本では、茶栽培面積の 70 %以上が「やぶきた」一品種が占めており、茶品質の画一化、作期の集中による過剰労働や気象災害のリスク拡大といった諸問題が以前から指摘されています。そのため、生産者・消費者の多様なニーズに対応するためにも、効率的なチャの品種改良技術が求められています。

本研究では、静岡県農林技術研究所茶業研究センター内で保存されている多数のチャ遺伝資源個体から、機能性成分含量と DNA 情報を取得し、「ゲノミックプレディクション (以下 GP)」を用いた個体選抜技術の有効性を検証しました。

研究の結果、GP により茶葉中の主要な機能性成分含量を数十ミリグラムの植物組織由来の DNA 情報から予測できることを明らかにしました。つまり、発芽直後の植物体からその茶樹の機能性成分含量を予測することができます。

本研究で得られた研究成果は、今後のチャの品種改良に要する時間の短縮と省力化、ならびに多様なニーズに即応できる新品種育成技術としての活用が期待できます。また、国際的に注目を集める「日本茶」に新たな付加価値を与え、消費・輸出の拡大など茶業界への多大な貢献が期待できます。

なお、本研究成果は 2020 年 10 月 15 日 (ロンドン時間) に、国際科学誌「*Scientific Reports*」(オンライン版) に掲載されます。

【研究背景】

茶は世界中で飲用されており、その健康機能性が高く評価されています。これは、チャ (茶樹：*Camellia sinensis* L.) の新芽に特異的かつ多様な機能性成分が豊富に含まれているためです (図 1)。例えば、カテキン類は抗菌・抗ガン作用に加え、脂肪蓄積抑制効果などの生活習慣病に対する効能が知られています。その他にも、旨味成分かつストレス緩和効果のあるテアニン等のアミノ酸が豊富に含まれており、今や「茶は健康に良い飲み物」との認識が世界的に浸透し、高い需要を背景に世界中で茶の生産面積は拡大しています。日本では、近年の和食ブームを背景に消費量・輸出量が拡大しており、新たな商品価値のある日本茶の開発が求められています。一方、日本における茶の栽培面積の 70%以上が「やぶきた」一品種で占められているため、日本茶品質の画一化、作期の集中による過剰労働や気象災害のリスク拡大といった諸問題が以前から指摘されています。そのため、多様かつ高度化している日本茶の生産者・消費者ニーズに対応するためにも、効率的な育種により品種改良を進める必要があります。

近年の技術発展により、生物の DNA 情報の取得が容易になりました。このような中、家畜育種や一部の主要作物では、品種改良の過程における新たな個体選抜技術として「GP」という手法が注目を集めています。GP とは、多数の品種・系統個体における任意の形質値と大量の DNA 情報から予測モデルを作成し、新たな選抜個体の形質値を DNA 情報により予測する手法です。これまでのチャの品種改良では、木本植物であることがネックとなり、作物形質を評価するために長年の生育期間を要すことや、膨大な栽培面積の確保が足枷となっていました。つまり、GP を活用することで、将来有望な個体のみを発芽直後に選抜することができるため、個体管理の省力化ひいては品種改良に要する期間を大幅に短縮できることが期待できます。また

これまでに、チャの育種では一部の DNA 情報を用いた選抜技術 (DNA マーカー選抜) も利用されてきましたが、適用できる形質 (少数の遺伝子が関与する形質のみ) が限定されることなどが課題の一つでした。そこで本研究では、静岡県農林技術研究所茶業研究センター内で保存されている多数のチャ遺伝資源個体 (図 2) から、機能性成分含量と DNA 情報を取得し、GP を用いた個体選抜技術の有効性を検証しました。

【研究の内容】

本研究グループは、チャの品種改良技術において GP を用いた個体選抜技術の有効性を検証するために、静岡県農林技術研究所茶業研究センターに保存されているチャ 150 品種・系統から成る遺伝資源集団を対象に、一番茶期におけるカテキン類、遊離アミノ酸類、カフェインなどの機能性成分含量と大量の DNA 情報 (約 1 万個の DNA マーカー) を取得しました。

多数の遺伝資源集団の機能性成分含量を取得することで、主要品種「やぶきた」とは異なる成分特性を有する系統が多数存在することを明らかにしました。例えば、「やぶきた」と比較して主要なカテキン類の一つで最も機能性が高いとされる「エピガロカテキンガレート」を約 2 倍含有する系統や、旨味成分の一つの「テアニン」を約 3 倍含有する系統等を発見しました。このような特徴的な系統は、品種改良の際の交配親としての利用が期待できます。続いて、DNA 情報から機能性成分含量を予測する「GP」モデルを様々なアルゴリズムで構築し、予測精度を評価しました。その結果、機能性成分の中でもカテキン類やカフェイン含量を高精度に予測できることが明らかになりました (図 3)。また、「ゲノムワイド関連解析 (GWAS) (注 6)」という手法を組み合わせることで、チャ遺伝資源集団における機能性成分含量の違いを説明する候補遺伝子も同定しました。

本研究では、GP により茶葉中の主要な機能性成分含量を数十ミリグラムの植物組織由来の DNA 情報から予測できることを明らかにしました。つまり、発芽直後の植物体からその茶樹の機能性成分含量を予測することができます。チャは木本植物という特性に加え、かまぼこ型の仕立てやせん枝による更新作業など、安定的な栽培管理が難しく、形質評価が非常に困難です。そのため、GP という手法は、今後の効率的な品種改良技術として特に有効であると考えられます。

【今後の展望と波及効果】

本研究成果を応用することで、機能性成分以外のチャの重要な農業形質 (収量性、病害虫抵抗性、香気性など) の予測も DNA 情報のみで可能になることが期待できます。また、解析対象の遺伝資源個体の数を更に増加させ、DNA 情報と形質情報を蓄積していくことで、GP の予測精度向上が見込まれます。

本研究で得られた研究成果は、今後のチャの品種改良に要する時間の短縮と省力化、ならびに多様なニーズに即応できる新品種育成技術としての活用が期待できます。また、国際的に注目を集める「日本茶」に新たな付加価値を与え、消費・輸出の拡大など茶業界への多大な貢献が期待できます。

【参考図】

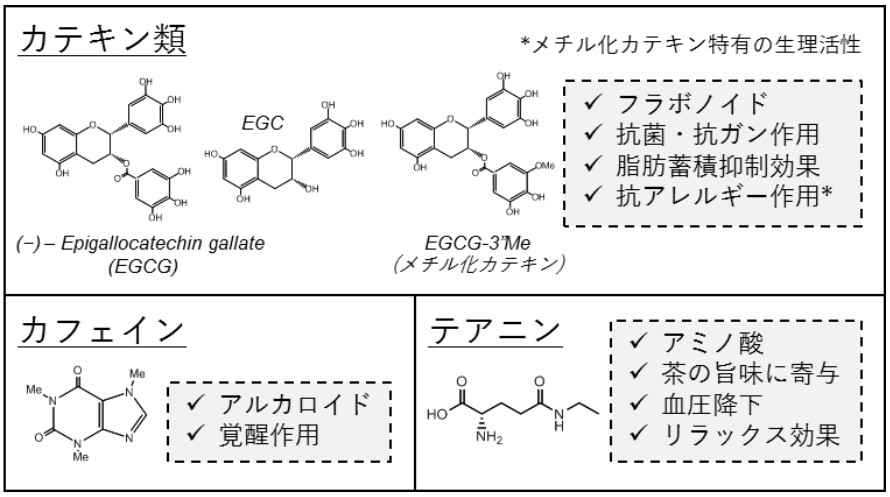

図 1. 茶葉中に含まれる主要な機能性成分

図 2. チャ遺伝資源の多様性

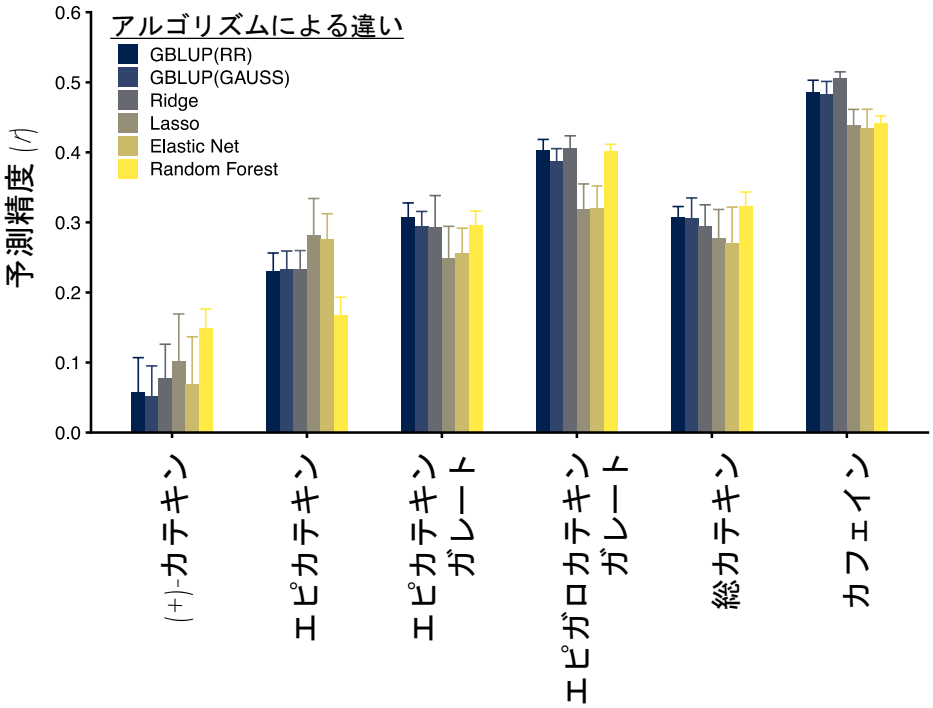

図 3. ゲノミックプレディクションモデルによる予測精度
様々なアルゴリズムにより、DNA 情報から茶葉中の機能性成分含量を予測し、
その予測値と観測値の相関（*r*）を算出した。

【論文情報】

掲載誌名:
Scientific Reports

論文タイトル:
Genomic predictions and genome-wide association studies based on RAD-seq of quality-related metabolites for the genomics-assisted breeding of tea plants.

著者:
Hiroto Yamashita, Tomoki Uchida, Yasuno Tanaka, Hideyuki Katai, Atsushi J. Nagano, Akio Morita, Takashi Ikka
(山下寛人・内田知希・田中靖乃・片井秀幸・永野惇・森田明雄・一家崇志)

DOI: 10.1038/s41598-020-74623-7

【研究助成】

本研究は、文部科学省科学研究費補助金 基盤研究 (B) (20H02886)、公益財団法人市村清新財団植物研究助成第 27、28、29 回、および公益財団法人日本科学協会 2019 年度笹川科学研究助成 (2019-4007) の支援を受けたものです。

【用語説明】

(注 1) DNA 情報

DNA (デオキシリボ核酸) は、生物の遺伝情報を担う物質です。アデニン (A)、チミン (T)、グアニン (G)、シトシン (C) の 4 種類の塩基の組み合わせで構成されています。いわゆる遺伝情報とは DNA 情報を意味し、ATGC の組み合わせ配列がデジタル情報としてデータ化されます。

(注 2) 木本植物

植物は、大きく分類すると草 (草本植物) と木 (木本植物) に分類されます。水稲や野菜類などの草本植物と比較して、木本植物は個体サイズが大きく、ライフサイクルも長いです。そのため、チャや果樹などの木本植物の品種開発においては、作物の形質を評価するために長年の生育期間を要すことや、膨大な栽培面積の確保が効率的な育種を実現するためのボトルネックになっています。

(注 3) 遺伝資源

遺伝資源とは、「遺伝の機能的な単位を有する植物、動物、微生物、その他に由来する素材のうち、現実の又は潜在的な価値を持つもの」と定義されています。チャ(*Camellia sinensis* L.)という一つの種においても、自然変異あるいは交配などによる人為的変異の蓄積により、様々な DNA 情報を有す系統が存在し、遺伝資源として保存されています。

(注 4) 機能性成分

機能性成分とは、一般に生命活動に必須の栄養素ではないものの、健康維持のために様々な機能的効果が期待される成分のことです。茶葉中には、カテキン類、カフェインに加え、種々の遊離アミノ酸が豊富に含まれており、抗菌・抗ガン作用やストレス軽減効果などの健康機能性効果があることが知られています。

(注 5) ゲノミックプレディクション (Genomic prediction, GP)

多数の品種・系統個体における任意の形質値と大量の DNA 情報から、統計解析や機械学習に基づいた予測モデルを作成し、新たな選抜個体の形質値を DNA 情報により予測する手法。DNA 情報は、いずれの生育状態でも不変な情報であるため、例えば、発芽直後の個体から将来の作物の形質を予測することができます。ゲノミックプレディクションによる選抜手法として、ゲノミックセレクションとも呼ばれます。

(注 6) ゲノムワイド関連解析 (Genomic wide association study, GWAS)

ゲノム全体を網羅するように一塩基多型 (Single nucleotide polymorphism: SNP) の遺伝子型を決定し、主に SNP の頻度 (対立遺伝子や遺伝子型) と形質との関連性を統計的に調べる方法。GWAS では遺伝的多様性を代表する SNP を位置マーカーとして用い、特定の形質と連動する SNP を見つけ出すことでその近傍に存在すると推測される遺伝因子を同定することができます。

国立大学法人　静岡大学　ウェブサイト　https://www.shizuoka.ac.jp/

○広報室　〒422-8529　静岡県静岡市駿河区大谷８３６　TEL：054-238-5179　FAX：054-237-0089