

用語解説

チャと茶

チャはチャの木（茶樹）を指し，チャの木の葉を加工したものが茶である。但し，本論文では誤解を招くことがなく，用語として定着している場合は植物としてのチャも茶の字を使用した。例 茶樹 茶園など

アッサム種と中国種

北村（1950），Sealy（1958）の分類に従い，チャを2つの変種として分類した。

Camellia sinensis var. *assamica* アッサム種

半喬木性，大葉種，耐凍性小，発酵性大，カフェインおよびカテキン含量が多い。

Camellia sinensis var. *sinensis* 中国種

灌木性，小葉種，耐凍性大，発酵性小，カフェインおよびカテキン含量が少ない。

日本在来種とヤマチャ

分類学的には日本在来種とヤマチャは中国種（*C. sinensis* var. *sinensis*）に属する。日本在来種は栄養系（挿木，接木などで繁殖したもの）ではなく，古くから種子で繁殖されたチャの集団。ヤマチャは主に九州，四国，中国地方の山間部に自生しているチャを指す。その来歴には日本固有説と渡來說があるが，最近では渡來說が有力になっている。

アッサム雑種

アッサム種と中国種の変種間雑種およびその後代一般を指す。従ってアッサム種に近いものから，中国種に近いものまで範囲は広いが，ここでは耐寒性のある紅茶用品種育成のためにアッサム種と中国種を人工的に交雑して育成したものを主にアッサム雑種とした。

耐凍性と耐寒性

耐凍性はハードニングの進んだ冬季に凍結などにより植物が受ける障害に対する抵抗性とした。耐寒性は低温による植物組織の凍結だけではなく、冬季間の耕土の凍結あるいは凍結に伴う風や乾燥など種々の障害に対する総合的な抵抗性と定義した。

機能性成分

食品をその機能の面から一次機能（栄養機能）、二次機能（感覚機能）、三次機能（体調節機能）として捉えると、茶は嗜好性（二次機能）に加えて体に生理的効果を与える三次機能を有する食品である。ここでは主にカテキン類、カフェイン、アントシアニン類を指す。

タンニンとカテキン

タンニンは皮をなめす（tan）性質もった植物成分に与えられた総称。タンニンは植物界にはかなり広く分布しており、一般には渋味を呈する。チャのタンニンはその80～95%がフラバン-3-オール類で、その主なものは(-)-エピガロカテキンガレート((-)-EGCg), (-)-エピガロカテキン((-)-EGC), (-)-エピカテキンガレート((-) ECG), (-)-エピカテキン((-)-EC)などのカテキン類であることから、チャのタンニンはほとんどがカテキン類であり、茶（チャ）ではタンニンはカテキンとほとんど同義に使われている。

成分育種

ここでは主に機能性成分に着目して、その成分を多く含む方向あるいは少なく含む方向に選抜目標をもって行う育種を指す。

緒 言

チャ (*Camellia sinensis* (L.) O. Kunze) はアジアを中心にアフリカ、南アメリカなど 30 カ国を超える国と地域で栽培され (Barua 1989), 1997 年度の統計ではその栽培面積は 233 万 ha, 茶の生産量は 273.4 万 t で, その 75 % が紅茶として生産され, 残り 25 % が緑茶を中心に半発酵茶 (ウーロン茶類) として生産されている (日本茶業中央会 1999)。

わが国における茶の消費はここ 20 年間は 12 ~ 13 万 t で推移しているが, 最近, 茶はノンカロリーな健康飲料として注目されるようになり, わずかではあるが消費が増加に転じている。このような状況の中で茶の消費内容は飲用形態も含めここ十数年間に大きく変化した。すなわち, 1980 年頃からウーロン茶の消費が伸び, 続いて紅茶の消費も増大したが, 反対に緑茶の消費は次第に減退した。ウーロン茶, 紅茶のこの消費の増加は缶入り飲料あるいはペットボトル飲料など簡易に飲める製品開発に依るところが大きい, 生活様式の変化や嗜好の多様化も見逃すことは出来ない。その後, 緑茶系の缶入り飲料等も相次いで開発され, 緑茶消費の漸減傾向に歯止めがかかったが, 茶の葉を購入して飲むこれまでのような茶の消費は依然低減傾向にある。その結果, 現在では緑茶 9 万 t, ウーロン茶, 紅茶がともに約 2 万 t, 合計 13 万 t がわが国の 1 年間の茶類の消費量である。

一方, チャの栽培面積は 1980 ~ '83 年の 6.1 万 ha をピークに漸減傾向にあるが, 優良品種の普及により単位面積当たりの生産力は高まっている。実生の在来種茶園から栄養系品種への転換は, 1970 年代頃から次第に進み, とりわけ 1975 年以降は緑茶品質の優れた 'やぶきた' への集中化が加速度的に進んだ結果, 現在では 'やぶきた' が全体の 76 % を占めている (日本茶業中央会 1999)。これを実生の在来種茶園を除いた栄養系の品種茶園についてみると, 実に 85 % が 'やぶきた' 一品種で占められることになり, 多くの問題が顕在化してきている。例えば栽培面では, 摘採期の集中による労働過重や適期に摘採ができないことによる品

質の低下があげられる。一方、加工面では、摘採期の集中に対応して製茶工場の大規模化が図られてきたが、これは製茶工場の操業日数の短縮につながり、結果として過剰投資を招いている。また、'やぶきた' 偏重は香味の単一化と病虫害の多発を招き、これによる茶の消費減退と防除費の増大は茶業経営を圧迫している。このようなことから最近では、嗜好の多様化への対応として特徴ある香味特性を持った品種の開発、また、環境保全型茶業への対応として病虫害に強い品種や少肥適応性品種の開発などが求められており、育種目標も大きく変化してきている。

近年、国民の健康志向の高まりから茶の持つ機能性成分（カテキン類、フラボノール類、アミノ酸類、カフェインなど）が注目されている。その結果、茶の成分に着目した成分育種も重要な育種目標になっている。これら多様化した育種目標を達成するためには従来の日本在来種を中心とした狭い育種素材では十分に対応することは困難となり、多様な変異を持つチャ遺伝資源の利用が必要になってきた。

チャはカメリア属に分類され、2つの変種、すなわち中国種 (*var. sinensis*) とアッサム種 (*var. assamica*) に分ける分類法が一般的に用いられている (Sealy 1958)。わが国の在来種は中国種に分類され、その起源は、僧栄西 (1141 ~ 1215) が中国から持ち帰ったチャの種子などが日本在来種の形成に関与したされているが、日本書紀には 815 年に畿内、丹波播磨地方にはチャの栽培があったことが記されており、それ以前にも中国から導入された可能性が高い (大石 1983)。一方、九州、四国、中国地方などの山間部にはヤマチャと言われる自生チャがあり (谷口 1936)、現在でも九州、四国のヤマチャ地帯ではこれらを利用した茶の生産が行われている。しかしながら、ヤマチャについては在来種とほとんど区別できないことから、ヤマチャの日本固有説については疑問が持たれている (谷口 1936; 松元ら 1999)。

育種では遺伝資源の持つ遺伝的多様性が重要であるが、わが国の在来種およびヤマチャはその変異が非常に小さいことが耐凍性 (鳥屋尾ら 1988)、新葉の毛茸特性 (武田ら 1993)、新葉内のカフェインとタンニン含量 (Takeda 1994)、エステラーゼアイソザイム (Nagato and Osone 1982)、フェニルアラニンアンモニリア

ーゼ (Phenylalanine ammonia-lyase ; PAL) の RFLP 分析 (松元・竹内 1996 ; 松元ら 1997, 1998, 1999) など明らかにされている。今後ますます多様化する育種目標に対応していくためには、アッサム種、アッサム雑種 (アッサム種と中国種の変種間雑種)、海外から導入した中国種 (導入中国種) などを積極的に利用して変異の幅を広げていくことが必要である。そのためにはこれら遺伝資源の持つ特性の評価と変異の解明が重要である。

野菜・茶業試験場 (枕崎) はその前身である農林省の紅茶指定試験地時代を含めるとチャの育種の長い歴史を持っており、特に 1932 年から始まった交雑育種ではインドや中国などの多様な海外遺伝資源を積極的に導入して組織的な紅茶用品種の育成を行ってきた経緯がある (茶業試験場 1963)。このため、野菜・茶業試験場 (枕崎) には耐寒性の弱いアッサム種や海外からの導入中国種をはじめアッサム種と中国種の変種間雑種など貴重なチャ遺伝資源が今日まで多数保存されており、わが国のチャ遺伝資源研究を行う上で最も良い条件を備えている。

遺伝資源は生物多様性条約により各国ともその管理が非常に厳重になってきているが、多くの未利用遺伝資源を保有する熱帯、亜熱帯の低開発国においても遺伝資源に対する認識が高まり自国の遺伝資源を保護しようとする機運が強まっている。このようなことからわが国でも自国の遺伝資源の管理を強化するとともに既存の遺伝資源の評価がこれまで以上に重要になってきた。

わが国のチャ遺伝資源は主に農林水産省のジーンバンクに登録されているが、その総数は 1998 年度末現在 6,295 点に達し (農業生物資源研究所 1999)、中国の約 2,500 点 (Chen *et al.* 1997)、インドの約 500 点 (Bezbaruah and Dutta 1977) に比べて質、量ともに充実している。しかしながら、これらの遺伝資源は一部を除き特性がほとんど調査されておらず、また、調査基準も一定していなかったために多くは未利用のまま保存されてきたが、農林水産省ジーンバンク事業によりチャでは 1983 年から組織的な特性評価が開始された。また、最近では DNA レベルでの研究手法が飛躍的に進歩し、質的形質だけでなく量的形質についても遺伝子レベルで解析できるようになってきたが、これには遺伝資源の持つ多様性とともに関々の遺

伝資源の正確な特性評価が必要である。

そこで本研究では、野菜・茶業試験場（枕崎）のチャ遺伝資源について分類の最も基準になる外部形態について、成葉の諸形質、新葉の毛茸特性、花器形質などを取り上げ、それを基にアッサム種および中国種の変種間変異をはじめ、チャの遺伝資源を構成している各収集群の特性を明らかにした。これらの研究成果は野菜・茶業試験場（枕崎）の遺伝資源の多様性を示すだけでなく、チャの種内分類の基礎資料としても重要である。また、今後チャの遺伝資源の収集あるいは導入を検討する上でも有益な情報を提供することになる。

チャの育種におけるこれからのキーワードの一つとして環境保全型茶業の推進がある。茶栽培では年間 12 ～ 13 回の農薬散布が行われているが、農薬使用の削減には病害抵抗性品種の育成が課題となる。わが国で最も被害の大きい病害は炭疽病と輪斑病であるが、‘やぶきた’をはじめとするわが国主要品種の多くがこれらの病害に対して罹病性であることから抵抗性育種の必要性が大きい。炭疽病は *Colletotrichum theae-sinesis* (I. Miyake) Yamamoto によって起こるチャの重要病害であるが、日本以外では台湾と中国で僅かに報告されているだけである（江塚・安藤 1994）。本病に対する抵抗性は、日本在来種では品種・系統間で明瞭に抵抗性の差異が認められているが、アッサム種や導入中国種には抵抗性を示す系統も多いことから（永田 1954；鳥屋尾ら 1976）、抵抗性品種育成に対するこれら遺伝資源への期待は大きい。

一方、輪斑病は *Pestalotiopsis longiseta* Spegazzini によって起こるチャの重要病害であり、抵抗性には著しい品種間差異が認められている（浜屋・堀川 1982；安藤ら 1985a；池田ら 1986；堀川 1987d；Takeda 1988a）。本病は木伏ら（1974）によって最初に報告された病害で、短期間のうちに炭疽病と並ぶ重要病害になった特異な病害である。特に、わが国のチャの主要品種である‘やぶきた’はこの輪斑病に罹病性であり、この‘やぶきた’を親として育成された多くの品種も罹病性品種が多いことから輪斑病抵抗性品種の育成はわが国の重要なチャの育種目標になっている（武田ら 1996；古野 1996）。

そこで本研究では、チャ遺伝資源について炭疽病抵抗性および輪斑病抵抗性について変種間および変種内変異を明らかにするとともに、育種への利用を検討した。

最近、チャの新しい利用の可能性としてカテキン類、カフェイン、アントシアニンなどの機能性成分が注目されている。特に、カテキン類の機能性解明が進み、抗酸化作用（松崎・原 1985；Namiki and Osawa 1986）、抗菌作用（原ら 1989b；Sakanaka *et al.* 1989）、抗突然変異作用（Kada *et al.* 1985；Jain *et al.* 1989；小島ら 1989；Yen and Chen 1994）、抗腫瘍作用（Oguni *et al.* 1988；原ら 1989a）などが次々に明らかにされている。カテキンは茶の渋味成分であり、日本の煎茶ではこれが多いと渋味が強くなって品質が低下することから、煎茶の育種ではカテキン含量の多い個体は淘汰の対象になる。しかしながら、最近では茶は飲用だけでなく食材としての利用や健康食品としての利用が盛んになってきたことから、高カテキン品種についても需要が大きくなってきた。

茶に含まれる各種機能性成分はこれまで飲用一辺倒であった茶の利用を大幅に拡大させる可能性をもっていることから、本研究ではカテキン、カフェインなどの機能性成分を中心に成分育種におけるチャ遺伝資源の利用の可能性について検討した。

遺伝資源の持つ多様性を育種に利用していくためには、遺伝的多様性を明らかにする必要がある。そしてこの遺伝的多様性を効率的に利用していくためには対象形質の遺伝様式の解明が必要となる。チャは自家不和合性の永年生木本作物であるため、雑種性が強く、形質の遺伝解析には長年月を要する。このためこれまで遺伝様式の解析が行われた形質は極めて少なく、不発酵性（鳥屋尾 1970）、白葉およびこうろ形質（鳥屋尾 1979）、紅色花色（武田・根角 1996）など著しい特徴を有する比較的実用性の低い遺伝形質に限られていた。

そこで、本研究では実用性が高く、品種間差異の著しい形質として *Pestalotiopsis longiseta* Spegazzini によって起こるチャ輪斑病を取り上げ、抵抗性の遺伝様式を解明した。これによりチャ遺伝資源の輪斑病抵抗性についての遺伝子型の解析を行

い、先に明らかにした表現型の解析と合わせて輪斑病抵抗性育種の理論的構築を行った。

本研究では、わが国チャ遺伝資源の多様性とその育種への利用について野菜・茶業試験場（枕崎）のチャ遺伝資源を対象に各種形質の変異を明らかにし、分類学的な側面と利用の面から論議した。対象とした野菜・茶業試験場（枕崎）の遺伝資源は、昭和初期にインドなどの海外から導入したアッサム種をはじめ、中国およびその他の国から導入した多くの海外遺伝資源を含んでいる。また、戦後組織的に行った日本在来種の収集や紅茶の指定試験時代に育成した多くのアッサム種と中国種の変種間雑種などもあり、世界に類を見ない多様なチャの遺伝資源を形成している。従って、ここで解析したチャ遺伝資源の変異とその多様性の実態はわが国のチャ遺伝資源にそのまま適用可能である。