

第3章 チャの葉内化学成分の変異とその育種への利用

チャはカフェインなどのプリンアルカロイドを含み、(-)-エピガロカテキンガレート、(-)-エピカテキンガレートなどのエステル型カテキン、アミノ酸の一種であるうま味成分のテアニンなどチャ特有の成分を持っている(永田 1986)。中国を始めその周辺の諸国には色々な茶の種類と飲み方が存在するが、茶は大きく分けて緑茶類の不発酵茶と紅茶に代表される発酵茶および両者の中間に位置するウーロン茶などの半発酵茶に大別される。どのような種類の茶葉であっても不発酵茶の緑茶から発酵茶の紅茶まで作ることが出来るが、それぞれの茶にはそれに適した品種・系統がある。これらの適性は主にチャの葉に含まれる成分やそれらに作用して茶の品質を大きく左右する酸化酵素類等が密接に関係する。チャを特徴づける成分としてカフェインとカテキン類がある。カフェインは茶の味に対しては苦味的作用がある。カフェインを含む植物はコーヒー (*Coffea arabica*, 1~2%), カカオ (*Theobroma cacao*, 0.3%, 他に前駆体のテオブロミンが2%), ガラナ (*Cola nitida*, 1~2%), マテ (パラグアイ茶, *Ilex paraguariensis*, 0.2~2%) など非常に限定されており、いずれも古くから嗜好品として利用されている(中林ら 1991)。

一方、チャに含まれるポリフェノールの中で最大の成分はカテキンである。チャでは現在 20 種類以上のカテキンが確認されているが、特に、遊離型カテキンである(-)-エピカテキン ((-)-EC), (-)-エピガロカテキン ((-)-EGC) とエステル型カテキンの(-)-エピカテキンガレート ((-)-ECG), (-)-エピガロカテキンガレート ((-)-EGCG) の4種類のカテキンが最も多く、チャの総カテキン量の90%以上を占める(中林 1991)。この中で、エステル型カテキンはチャに特有の成分であり、チャの苦味、渋味に深く関わっている成分である(中川 1970a,b; 永田 1986)。これら茶の味に深く関与するカフェインとカテキン含有量は品種間で大きな差異があること、また、アッサム種では多く、中国種では少ないなどの研究がこれまで多数行われているが、チャ全体の中でどの程度の変異があるの

かについては十分な検討が行われていない。

これらの成分はチャの機能性成分として最近注目を集めており、チャの育種においてもこれらの成分に着目した成分育種が今後重要な育種目標になっている。

ポリフェノール成分では、アントシアニンも注目されている。チャにも新芽が赤褐色をした紅花（べにばな）チャと呼ばれる系統があり、アントシアニン含量が高いことが明らかになっている（武田・根角 1996）。チャの花色は通常白色であるが、紅花チャは薄紅色の花色が特徴である。今後、チャにおいてもアントシアニン高含有系統の育成が必要になる。この場合、選抜の指標として紅色花色は有効な形質であることから、その遺伝様式の解明は育種効率を大幅に向上させる。

そこで、本章ではわが国のチャ遺伝資源が持つこれらチャの有用成分の変異を明らかにし、それに基づいてチャの種内分類を検討するとともに、わが国のチャ遺伝資源を利用した成分育種の可能性について検討した。

第1節 チャ遺伝資源のカフェイン含有率の変異と低カフェイン育種

素材の選抜

中国で茶が利用され始めて以来 3000 年以上の歴史があるが、今日まで嗜好飲料として茶が利用され続けている理由としてカフェインの存在が大きい。茶以外にも嗜好飲料として古くから利用されているものにコーヒー、ココア、コーラ、マテ茶などがあるが、いずれもカフェインが含まれている（中林 1991）。これらの飲み物は世界の離れた場所で互いに独立して発見され、利用され続けてきたところにカフェインの嗜好性あるいは習慣性としての意味がある。カフェインの茶の味への貢献は苦味であり、茶の味はカテキン、アミノ酸およびカフェインなどの微妙なバランスの上に成り立っている。

最近では粉末茶の利用が急速に拡大したが、これは茶の成分をまるごと摂取することからカフェインの取りすぎが懸念される。また、カフェインに対する感受性は個人差が大きく、老人、幼児なども刺激の少ない低カフェイン茶（チャ）を必

要としており、需要は大きい。

そこで、本節ではチャ遺伝資源のカフェイン含有率を分析し、変種間および変種内変異を明らかにする。また、チャ遺伝資源の中から検索された低カフェイン系統を利用した低カフェイン育種素材の可能性について検討した。

a 材料及び方法

供試材料はアッサム種 512 系統、導入中国種 319 系統、日本在来種、ヤマチャ 703 系統、合計 1,534 系統について一番茶時期に新芽を採取し、直ちに蒸熟後、乾燥してカフェイン分析試料とし、池ヶ谷ら（1992）の方法により高速液体クロマトグラフ（HPLC）で分析した。

また、低カフェイン系統として選抜した日本在来種 5 系統（在 17-1, 在 81-8, 在 133-2, 在 133-3, 在 116-1）と中国導入種 ‘Cm22’ を煎茶品質優良な ‘やぶきた’ あるいは ‘さえみどり’ に交配し、その F₁ 個体についてカフェイン含有量を HPLC で分析した。

b 結果

（1）カフェイン含有率の変異

アッサム種、導入中国種および日本在来種・ヤマチャの一番茶新芽中のカフェイン含有率の頻度分布を図 18 に示した。

チャ遺伝資源全体のカフェイン含有率は 1.64 ～ 5.46 % まで大きな変異が認められた。また、アッサム種で含有率が高く、中国種は低いことが明瞭に認められた。中国種の中では日本在来種・ヤマチャが中国、インドから導入した導入中国種よりも少なく、変種内でも明らかな差異が認められた。アッサム種は 4.0 ～ 4.5 % を中心に 2.67 ～ 5.46 % の範囲に分布し、平均 4.09 % であった。中国、インドからの導入中国種は、平均 3.11 % で 3.0 ～ 3.5 % を中心に 1.64 ～ 4.60 % の範囲に分布した。日本在来種は最もカフェイン含有率が低く、1.85 ～ 3.87 % まで分布したが、過半数の 57 % の系統は 2.5 ～ 3.0 % の範囲に含まれ、平均 2.66 % であった。

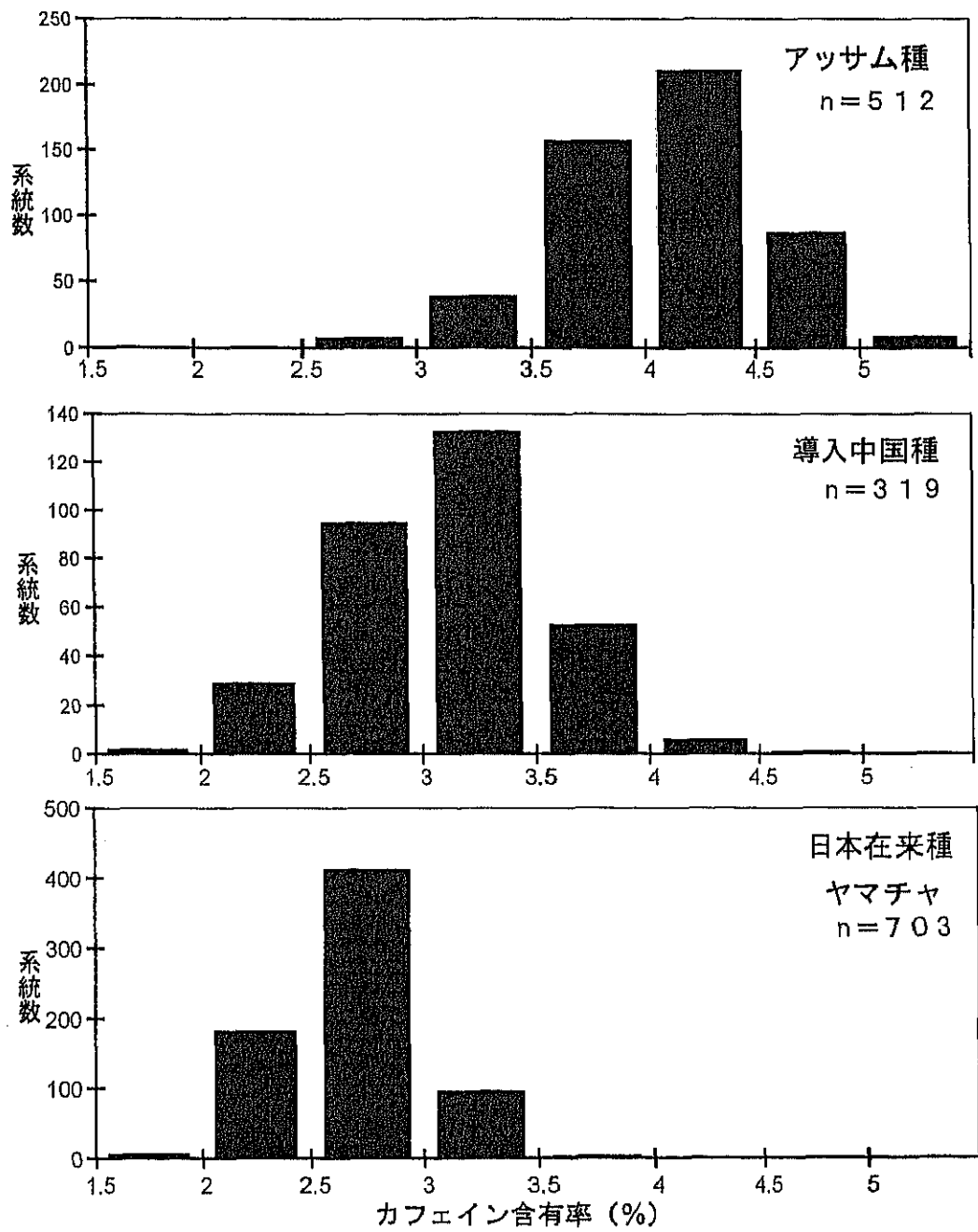


図18 チャ遺伝資源のカフェイン含有率の変異

5%以上の高カフェイン系統としてインド原産の1系統、バングラディッシュ原産の5系統、スリランカ原産の3系統を選抜した(表30)。

一方、2%未満の低カフェイン系統は中国江西省原産の1系統(Cm22)と日本在来種の在17-1(静岡県)、在81-8、在146-23(以上京都府)、在116-1(新潟県)、在133-2、在133-3(以上徳島県)、在138-14(宮崎県)の7系統、合計8系統を選抜した(表30)。

(2) 低カフェイン育種素材の開発

低カフェイン系統としてチャ遺伝資源から選抜した6系統を花粉親とし、‘やぶきた’、‘さえみどり’に交配して育成した実生集団について、組合せごとのカフェイン含有率および2%未満の低カフェイン個体数を表31に示した。

6組合せ、311個体から17個体が2%未満の低カフェイン個体として選抜された。2%未満の低カフェイン個体出現率は平均5.5%で、最も高かった組合せは‘さえみどり’×‘在133-2’の13.8%であった。選抜個体のうち、最もカフェイン含有率が低かったのは‘やぶきた’×‘在17-1’の組合せから得られた個体で、1.56%であった。低カフェインとして選抜された2%未満の個体は大部分が1.8~2.0%の範囲にあった。

第2節 チャ遺伝資源のカテキン含有率の変異と高カテキン中間母本の育成

チャのカテキンは微量なものまで含めると20種以上が確認されている(中林1991)。チャのカテキンは抗酸化性(松崎・原1985; Namiki and Osawa 1986)、抗腫瘍性(Oguni *et al.* 1988; 原ら1989a)、抗突然変異作用(Kada *et al.* 1985; Jain *et al.* 1989; 小島ら1989; Yen and Chen 1994)をはじめ多くの機能が明らかにされてきたために、高カテキンチャに対する要望が大きくなっている。これまでのわが国の育種は煎茶用品種が中心であったため、高カテキン形質は淘汰の対象になっていた。この結果、現在の多くの育種素材では新しい育種目標である高カテキン形質

表 30 チャ遺伝資源から選抜された高カフェイン系統および低カフェイン系統

カフェイン	原産国・収集地	系統名	カフェイン含有率
			%
高い系統 (5%以上)	インド・Devarshora	IND113	5.46
	バングラディシュ・Sylhet	PKS96	5.44
	バングラディシュ・Sylhet	PKS224	5.46
	バングラディシュ・Sylhet	PKS274	5.04
	バングラディシュ・Sylhet	PKS283	5.25
	バングラディシュ・Sylhet	PKS423	5.38
	スリランカ・Candy	SRL17	5.02
	スリランカ・Candy	SRL19	5.04
	スリランカ・不明	SRL85	5.43
低い系統 (2%未満)	中国・安徽省	Cm22	1.89
	日本・静岡県	在 17-1	1.96
	日本・京都府	在 81-8	1.88
	日本・新潟県	在 116-1	1.93
	日本・徳島県	在 133-2	1.96
	日本・徳島県	在 133-3	1.94
	日本・宮崎県	在 138-14	1.85
	日本・京都府	在 146-23	1.96

表 31 低カフェイン系統を花粉親とした交配組合せにおける F₁ 個体の平均カフェイン含有率と低カフェイン個体の出現率

種子親	花粉親	個体数	カフェイン含有率	2%未満 個体数	同左出現率
			%		%
やぶきた (2.95)	在 17-1 (1.96)	76	2.40 ± 0.23	4	5.2
やぶきた (2.95)	在 81-8 (1.88)	31	2.49 ± 0.33	2	6.5
さえみどり (2.65)	在 116-1 (1.93)	70	2.48 ± 0.26	3	4.3
さえみどり (2.65)	在 133-2 (1.96)	29	2.29 ± 0.23	4	13.8
さえみどり (2.65)	在 133-3 (1.94)	58	2.45 ± 0.18	1	1.7
さえみどり (2.65)	Cm22 (1.89)	47	2.36 ± 0.23	3	6.4

注：() 内は一番茶カフェイン含有率 (%)。

に対して十分対応出来ない。そこで、チャ遺伝資源についてカテキン含量の評価を行い、変種間および変種内変異を明らかにするとともに特徴ある高カテキン系統については育種素材化を図る必要がある。

本節ではチャ遺伝資源についてカテキン含量の分析を行うとともに、高カテキンで選抜した系統、'IND113' について高カテキン育種素材の中間母本としての検定を行った。

a 材料および方法

供試材料はアッサム種 506 系統，導入中国種 306 系統，日本在来種，ヤマチャ 680 系統，合計 1,492 系統である。これらの材料は一番茶時期に新芽を採取後，直ちに蒸熟，乾燥し，分析試料として調製した。茶のタンニンはほとんどがカテキンであるため（中川1970b），ここでは分析が容易な岩浅ら（1970）の方法によりタンニンとして分析した。

高タンニンとして選抜した系統，'IND113' を花粉親とし，種子親に耐寒性の強い日本在来種 'NN27' と 'かなやみどり' を用いて交雑を行い，それぞれの F₁ 分離集団についてカテキン分析を行って，'IND113' の高カテキン（タンニン）特性の後代検定を行った。カテキンの分析は寺田ら（1987）の方法により HPLC で分析した。

b 結果

(1) チャ遺伝資源のカテキン含有率の変異

チャ遺伝資源の一番茶新芽中のタンニン含有率の変異を図 19 に示した。

タンニン含有率もカフェインと同様にアッサム種で高く，中国種で低いなど変種間で明瞭な分布の違いが認められた。中国種の中では，日本在来種は中国本土の系統群およびインド・ダージリンの Cd 系統群を含む導入中国種よりも低かった。アッサム種は 17.5 ~ 20.0 % を中心に 11.69 ~ 26.82 % まで極めて広い範囲にほぼ正規分布し，平均含有率は 19.39 % であった。日本在来種を除く導入中国種で

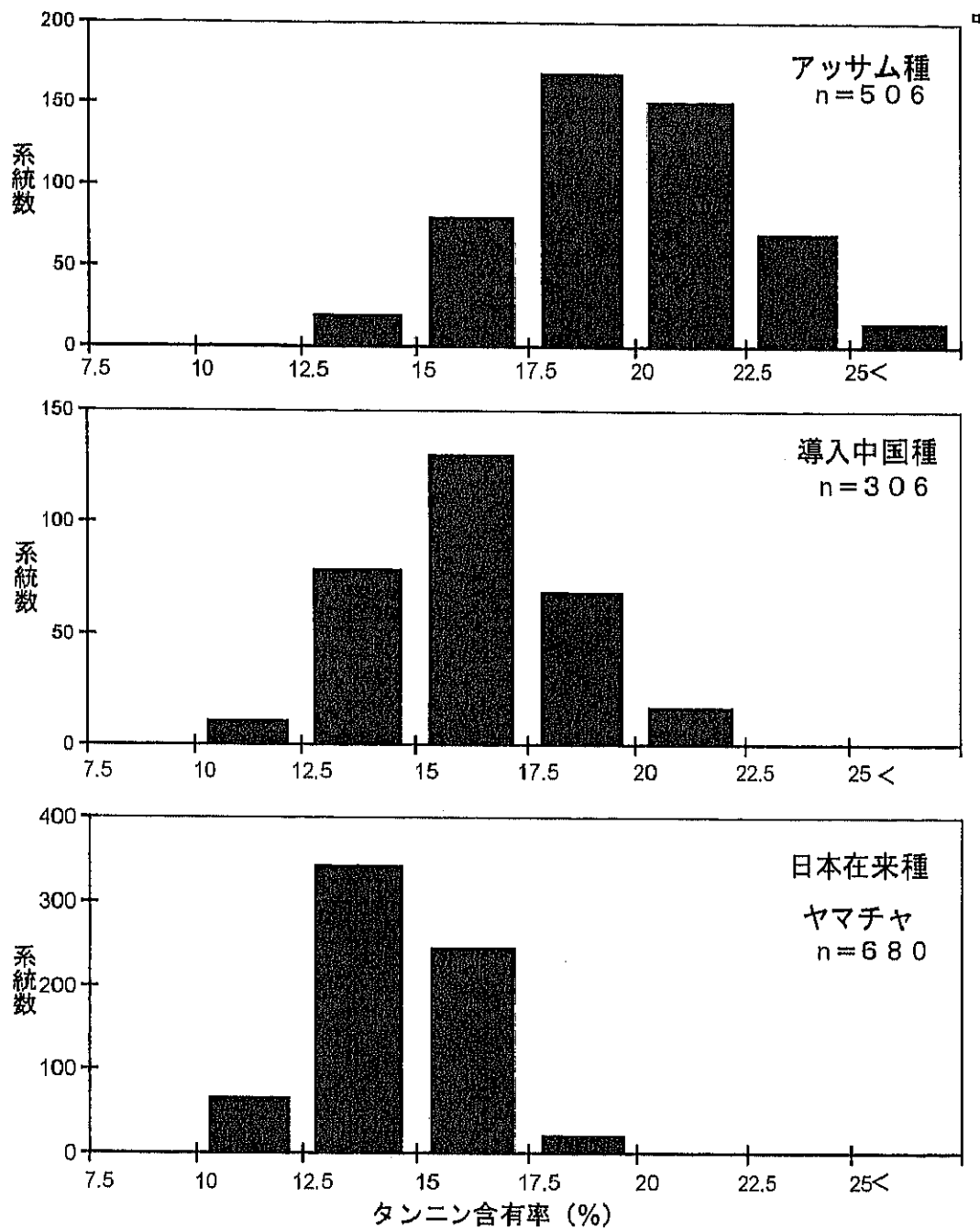


図19 チャ遺伝資源のタンニン含有率の変異

は平均 16.27 %で、15.0 ~ 17.5 %を中心に 11.32 ~ 21.61 %の範囲に分布した。また、日本在来種は 12.5 ~ 15.0 %を中心に 9.37 ~ 20.0 %まで分布したが、アッサム種、導入中国種のグループに比べて最もタンニン含有率が低く、その分布域も狭かった。

タンニン含有率が 25 %を超えた高タンニン系統はいずれもアッサム種で、インド原産の 4 系統、バングラディッシュ原産の 6 系統、マレーシア原産の 2 系統および台湾原産の台湾ヤマチャの 4 系統、合計 16 系統であった。一方、10 %未満の低タンニン系統として日本在来種の 1 系統、在 88-23 (滋賀県) が選抜された (表 32)。

(2) 高カテキン品種育成のための中間母本の作出

タンニン高含有系統として選抜された系統の中でインドから種子で導入をして育成した 'IND113' は生育が良く、特有な花香をもつが耐寒性が弱いために栽培適地が限定される。このためタンニン高含有系統育成の中間母本として利用を図るために後代検定を行った。

'NN27' および 'かなやみどり' を種子親にし、高カテキン系統 'IND113' を花粉親とした交配によって得られた F₁ 個体についてカテキンとカフェイン含有率の平均を表 33 に、カテキン含有率の頻度分布を図 20 に示した。

種子親となった日本在来種由来の 'NN27' と 'かなやみどり' のタンニン含有率は 14 %台であったが、'IND 113' との交配によって得られた F₁ のタンニン含有率は、'NN27' との組合せでは 23.15 %、'かなやみどり' との組合せでは 22.23 %を示し、両親の中間よりも花粉親となった 'IND113' に近い値をとった。

タンニン含有率別にみた頻度分布では、25 %以上の高タンニンを示した個体は 'NN27' との組合せでは 9 個体 (28.1 %)、'かなやみどり' との組合せでも 2 個体 (6.1 %) 認められた。これにより 'IND113' の高タンニン特性は後代に高い確率で遺伝することが確認されたため、高カテキン品種育成の中間母本として 1998 年に 'MAKURA 1 号' と命名し、農林登録を行った (茶中間母本農 3 号)。

表 32 チャ遺伝資源から選抜された高タンニンおよび低タンニン系統

タンニン	原産国・収集地	系統名	タンニン含有率
			%
高い系統 (25 %以上)	インド・Darjeeling	Ak568	25.41
	インド・Upasi	IND8	25.68
	インド・Upasi	IND18	25.90
	インド・Devarshora	IND113	25.36
	バングラディシュ・Sylhet	PKS97	25.95
	バングラディシュ・Sylhet	PKS116	25.96
	バングラディシュ・Sylhet	PKS250	26.82
	バングラディシュ・Sylhet	PKS349	25.76
	バングラディシュ・Sylhet	PKS411	25.25
	バングラディシュ・Sylhet	PKS438	25.12
	マレーシア・Kuala Lumpur	Abo2	26.22
	マレーシア・Kuala Lumpur	Abo21	26.00
	台湾・高雄県	台湾ヤマチャ 23	25.36
	台湾・高雄県	台湾ヤマチャ 71	25.68
	台湾・高雄県	台湾ヤマチャ 81	25.30
台湾・高雄県	台湾ヤマチャ 95	25.30	
低い系統 (10 %未満)	日本・滋賀県	在 88-23	9.37

表 33 IND113 交雑後代のタンニンおよびカフェイン含有率

種子親	花粉親	F ₁ 個体数	タンニン	カフェイン
			%	%
NN 27	IND113	32	23.15 ± 1.16	4.11 ± 0.12
かなやみどり	IND113	33	22.23 ± 1.49	4.09 ± 0.15
IND113			25.28 ± 1.14	5.63 ± 0.15
NN 27			14.50 ± 1.30	2.75 ± 0.14
かなやみどり			14.06 ± 1.10	2.96 ± 0.21

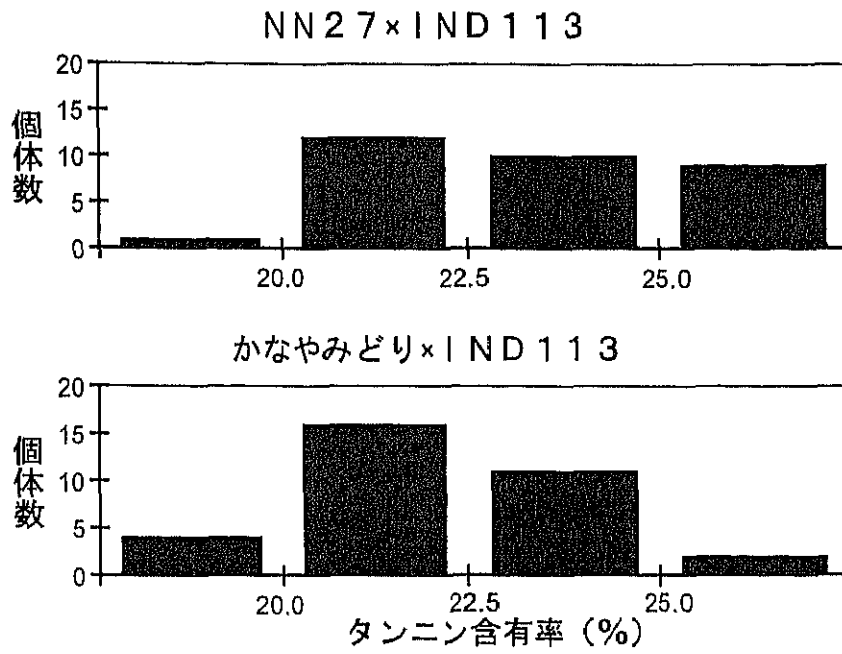


図20 高タンニン系統 'IND113' 後代のタンニン含有率

第3節 カフェイン含有率とタンニン含有率によるチャの変種間分類

アッサム種および中国種に属する主要な系統群について本章の第1, 2節で分析したカフェインとタンニンの含有率の平均値を表34示した。

タンニン含有率はアッサム種の中ではAi系統群(インド)が低く, 導入中国種のCp, Ck(以上中国), Cd(インド・ダージリン)の各系統群と大きな差が認められなかったが, その他のアッサム種の系統群は18.69~20.84%の範囲に分布し, 明らかに中国種とは区分された。カフェインはアッサム種と中国種では収集群の平均値でみると重なりがなく, きれいに両変種を分類出来た。

中国本土の材料ではタンニンとカフェインの両成分ともにCkとCpの系統群が高く, 日本在来種では京都の在来種が両成分ともに高かった。

表24をもとにタンニン含有率を縦軸に, カフェイン含有率を横軸にして各収集群のカフェイン含有率とタンニン含有率をプロットし, アッサム種と中国種の分類を試みた(図21)。

図21にみられるように, カフェインとタンニンの2成分を使って二次元に展開すると, アッサム種と中国種は明瞭に分類できた。また, 中国種の中では日本在来種と導入中国種(中国本土の収集群およびインドのCd系統群)が分けられた。日本在来種と導入中国種との境界は, タンニン含有率では15%, カフェイン含有率では2.7%前後であった。中国種の中ではインドのダージリン系統群(Cd)のカフェイン含有率が高く, アッサム種と中国種の間分布した。また, 中国本土の材料ではCk, Cp系統群が両成分ともに高かった。日本在来種は両成分ともにに変異が小さく, 特に, カフェイン含有率の変異が小さいことがわかった。

カフェインはアッサム種と中国種の各収集群との間で含有率において重なりがなく, 両変種を分ける基準として非常に有効な成分であることが分かった。

タンニン含有率はアッサム種に分類したAi系統群(インド)の平均含有率が低かったためアッサム種全体の変異が大きくなったが, これを除くとアッサム種のタンニン含有率は19~21%の範囲に収まって中国種とは明瞭に区分された。

表34 主要な収集群におけるタンニンとカフェインの平均含有率

系統群	国名	系統数	タンニン含有率	カフェイン含有率
【アッサム種】 (var. <i>assamica</i>)				
			%	%
Ai	インド	26	16.29±2.42	4.05±0.55
Ak	インド	131	18.69±2.66	4.00±0.45
IND	インド	49	20.42±2.19	4.02±0.50
PKS	パナラテッシュ	157	20.40±2.41	4.24±0.20
SRL	スリランカ	40	20.84±2.72	4.29±0.30
台湾ヤチャ	台湾	76	19.89±2.45	4.02±0.34
【導入中国種】 (var. <i>sinensis</i>)				
Cp	中国	24	16.50±3.50	3.09±0.25
Cm	中国	30	15.69±3.72	2.90±0.39
Cn	中国	87	15.18±3.48	2.81±0.43
Ck	中国	49	17.35±1.96	3.11±0.38
Cd	インド	111	16.49±2.22	3.35±0.39
【日本在来種】 (var. <i>sinensis</i>)				
茨城	日本	21	13.83±1.34	2.62±0.33
三重	日本	32	14.12±1.49	2.62±0.30
滋賀	日本	40	13.70±1.77	2.61±0.26
奈良	日本	42	14.21±1.30	2.64±0.26
京都	日本	236	15.23±1.47	2.72±0.27
徳島	日本	42	13.50±1.15	2.56±0.32
高知	日本	22	13.86±1.88	2.51±0.24
福岡	日本	37	15.02±1.37	2.62±0.24
宮崎	日本	91	14.56±1.50	2.77±0.34
鹿児島	日本	22	15.08±1.60	2.72±0.25

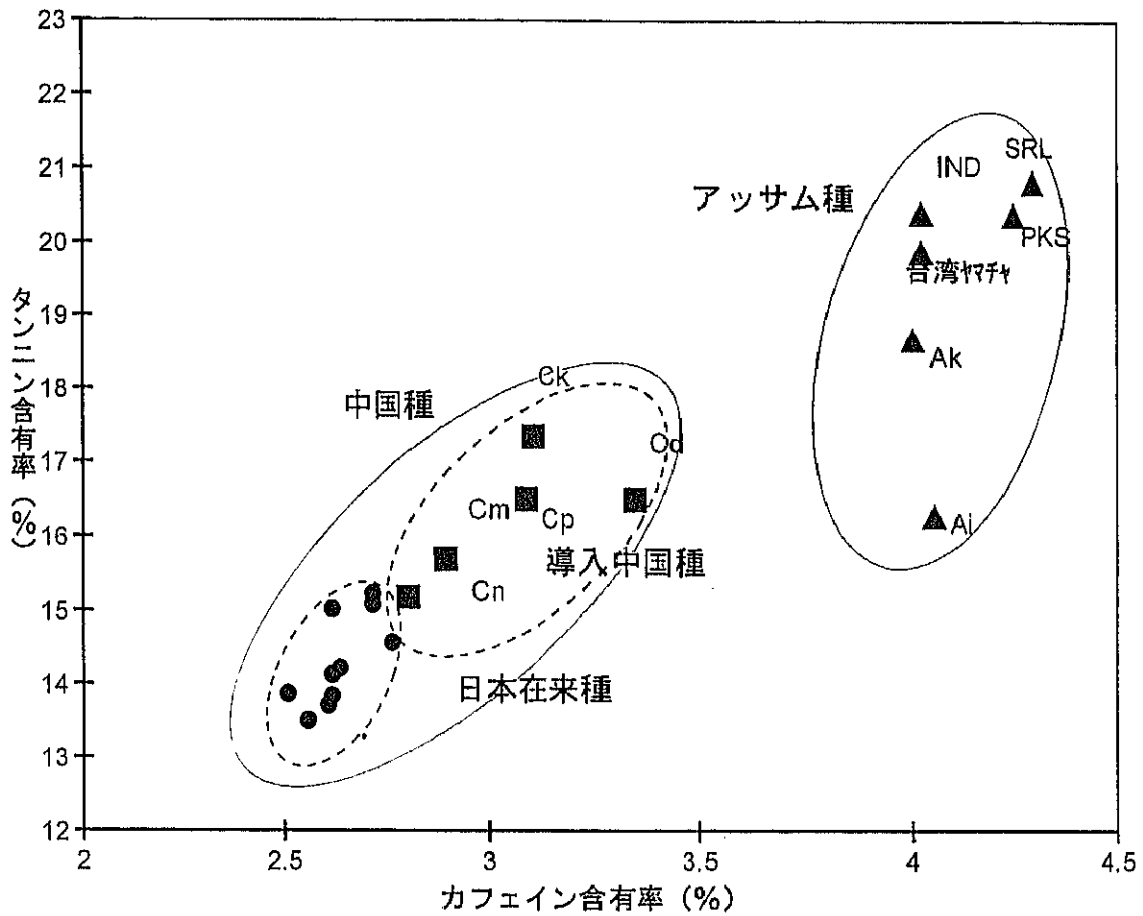


図 21 カフェイン含有率とタンニン含有率による主要系統群の分類

アッサム種：IND, Ak, Ai (以上インド), PKS (バングラディシュ),
SRL (スリランカ), 台湾ヤマチャ (台湾)。

導入中国種：Cd (インド), Ck, Cp, Cm, Cn (以上中国)。

日本在来種：茨城県, 三重県, 滋賀県, 奈良県, 京都府, 徳島県,
高知県, 福岡県, 宮崎県, 鹿児島県。

第4節 チャの紅色花色の遺伝様式の解明

チャには紅花（べにばな）チャという薄い紅色の花を咲かせるチャの系統がある。この新芽は強い赤紫から紫褐色を呈し、多くのアントシアニンを含んでいる。

このため薄紅色の花色を持つ系統は高アントシアニン系統の選抜指標になることからこの花色の遺伝様式を解析した。

a 材料および方法

‘やぶきた’（白花）、紅花チャ（紅花）、‘やぶきた’ × 紅花チャ F₁ の 2 系統（いずれも白花）を供試して相互に交雑を行い、交雑後代の花色の分離比から紅花チャの花色の遺伝様式を解析した。なお、ここで用いた紅花チャは枕崎系の紅花チャである。

b 結果

チャの紅色花色と根の赤色との関係を表 35 に示した。

花色と根の色との関係では、うす紅色の花色を咲かせる個体はいずれも根が赤く、花色と根色との間には密接な関係のあることが認められた。これにより実生個体の花色の色は発芽後の種子根で容易に判定できることが分かった。種子根は伸び始めの 1～2 カ月はやや色が薄いですが、発根後 2 カ月以上経過すると赤色が強くなり判定が容易になった。

各交配組合せによって得られた実生個体の花色の分離を表 36 に示した。

いずれの組合せでも花色は白か薄紅色の 2 つの花色に分かれ、中間の花色は出現しないことから花卉のうす紅色は単純劣性遺伝子 (r) の劣性ホモ (r/r) で発現すると仮定し、各組合せの花色の分離比を χ^2 検定により適合度を求めた。その結果、どの組合せでもよく理論比に適合する結果が得られたことから、チャのうす紅色の花色は劣性遺伝子 (r) が劣性ホモ、すなわち r/r の遺伝子型で発現することが明らかになった (表 36)。

表 35 チャの花色と根色の関係

来 歴	根の色	個体数	紅花	白花
紅花チャ×紅花チャ	赤	31	31	0
紅花チャ自然交雑実生	白	57	0	57
	赤	2	2	0
5品種の自然交雑実生*	白	350	0	350

注：供試した紅花チャの系統は枕崎系紅花チャ。

* 自然交雑実生の種子親は‘やぶきた’，‘やえほ’，‘おくみどり’，
‘かなやみどり’，‘やまとみどり’。

表 36 紅花チャおよび紅花チャ後代を交配親とした交配組合せ F₁ の花色の分離

交配組合せ (花色)	個体数	赤花	白花	期待分離比	P (χ^2)
紅花チャ (赤花) × 紅花チャ (赤花)	31	31	0	1 : 0	— (0)
紅花チャ (紅花) × (やぶきた × 紅花チャ) No.8 (白花)	65	35	30	1 : 1	0.5 < P < 0.6 (0.38)
(やぶきた × 紅花チャ) No.8 (白花) × 紅花チャ (赤花)	130	58	72	1 : 1	0.2 < P < 0.3 (1.51)
(やぶきた × 紅花チャ) No.8 (白花) × (やぶきた × 紅花チャ) No.9 (白花)	72	15	57	1 : 3	0.4 < P < 0.5 (0.67)
やぶきた (白花) × 紅花チャ (紅花)	17	0	17	0 : 1	— (0)
紅花チャ (赤花) × やぶきた (白花)	25	0	25	0 : 1	— (0)

注：供試した紅花チャは枕崎系。

χ^2 値が 0 の場合は適合していることが明白なため検定を行わなかった。

遺伝子型とそれに対応する表現型を表 37 に示した。

表現型が白色の花色を示す場合、その遺伝子型は $+/+$ あるいは $+/r$ となる。これにより薄紅色の花色を持った紅花チャを交配により理論的に作出することが可能となった。

第 5 節 考 察

カフェインはプリンアルカイドの一種で中枢神経興奮，眠気防止，強心，利尿，代謝促進など多くの生理機能があるが，カフェインに対する反応の強さには個人差が大きい。このためコーヒーなどと同様に低カフェイン茶への要求も大きいものがある。低カフェイン茶の製造法も開発されているが（小泉ら 1993），温湯に 37 秒程度浸漬してカフェインを先に浸出させた原料を製茶加工するため品質が大きく劣化し（津志田・村井 1985），わが国では実用化されていない。中国でも特殊な膜処理によりカフェインを 80 % 除去したインスタントティの技術開発が行われているが実用化には至っていない（Hung *et al.* 1993）。このため低カフェイン品種育成の期待は大きい。

チャの遺伝資源について一番茶でカフェイン含有率を調査した結果，アッサム種と中国種は明瞭に分けられ，その境界は 3.5 ~ 4.0 % であった。また，導入中国種（中国大陸の系統群およびインドのダージリン産の Cd 系統群）と日本在来種（ヤマチャを含む）とを比較すると，前者が高く，その境界となる含有率は大体 2.7 % 前後であった。その結果，カフェイン含有率はアッサム種，導入中国種，日本在来種の順に低下し，原産地が東進するにつれて低下する一種の形質傾斜が認められた。タンニン含有率の場合も，カフェインと全く同様の傾向が認められた。この 2 種の成分を指標に分類すると図 21 に見られるようにアッサム種，導入中国種，日本在来種が明瞭に分類できた。

中国本土の系統群では Cp と Ck がタンニン，カフェインともに高かった。これらの収集群は成葉の葉長，葉幅でも中国種の中では大きく，花器形態による主成分分析あるいはクラスター分析でもややアッサム種に近いことが認められてい

表 37 花色の表現型と遺伝子型

表現型	遺伝子型	対応する品種・系統
白花	$+ / +$	やぶきた
白花	$+ / r$	(やぶきた × 紅花チャ) No.8 (やぶきた × 紅花チャ) No.9
赤花	r / r	紅花チャ (枕崎系)

る。

日本の在来種では、京都の材料が両成分ともに高く中国本土の収集群と含有率において差異が認められなかった。京都の在来種は花器形態でも雌ずいが雄ずいよりも上に突き出ている系統の頻度が高いことから中国種の影響を他の地域よりも多く残していると言われており（鳥屋尾・武田 1978, 1999；山口 1996）、これとの関連が注目される。

チャ遺伝資源について低カフェイン系統の検索を行った結果、2%未満の低カフェイン系統として導入中国種1、日本在来種7を選抜した。低カフェインチャとしての最終的な育種目標は1～1.5%未満に置いているが、当面の育種目標である1.5～2.0%の系統が選抜されたことから、今後これら遺伝資源を活用した低カフェイン品種育成の可能性は大きい。

カテキンは茶の渋味成分であり、緑茶、特に煎茶ではカテキンの多いことはマイナス要因である。しかしながら、最近、茶の機能性成分が注目されており、その主役がカテキンであることから、カテキン含量の高い品種が注目されるようになった。カテキンは抗酸化、抗がん、突然変異抑制、抗菌、抗ウイルス、抗アレルギーなど多くの作用があることが明らかになってきた（Kada *et al.* 1985；Namiki and Osawa 1986；福與ら 1986；Oguni *et al.* 1988；原ら 1989a,b, 原・外岡 1990；前田ら 1989；Yen and Chen 1994；Maeda-Yamamoto *et al.* 1998）。

このため遺伝資源の中から高カテキン系統の選抜を行った。多量の材料を分析するために分析法が比較的簡単なタンニンで分析したが、チャではタンニンの大部分はカテキンであることからタンニンの多少はカテキンの多少と同じである（中川 1970b）。

日本在来種のタンニン含有率は13～15%であり、収集地（府県）による変異も非常に小さいことから、高カテキン育種素材を選抜するためにはアッサム種が最も適している。アッサム種から25%を超える高タンニン系統として16系統を選抜した。この中には‘IND113’のように高タンニン、高カフェインで生育旺盛な系統もある。この‘IND113’の特性は後代検定でよく遺伝することが確かめら

れたが（根角・武田 1996, 1998），アッサム種であるため耐凍性が 3～4 と弱く，わが国で広く栽培することは困難であった。このため後代検定の結果から高カテキン育種を行うための中間母本として農林登録を行った（茶中間母本農 3 号，1997 年登録）。現在この品種の後代から耐凍性の高い高カテキン個体が育成されており今後有望な育種素材である。

ポリフェノール的一种であるアントシアニンも機能性が認められ，赤ワインブームや紫色の各種甘藷製品が開発されている（津久井・林 2000）。チャでも紅花（べにばな）チャと称される薄紅色の花をもち，高含量のアントシアニンにより新芽は紫褐色から赤褐色を呈する茶樹がある。この紅花チャには HPLC 分析の結果 12 種類のアントシアニンのピークが認められている（Terahara *et al.* 投稿中）。アントシアニン組成では，デルフィニジン 3-ガラクトシド（Delphinidin 3-galactoside），シアニジン 3-ガラクトシド（Cyanidin 3-galactoside）の主要なアントシアニン成分の他に，デルフィニジン 3-（6-p-クマリル）-ガラクトシド（Delphinidin 3-(6-p-coumaryl)-galactoside）という新規物質が発見されている。この新規アントシアニンはデルフィニジン 3-ガラクトシドに有機酸が結合したことでより安定した形になっており，今後チャのアントシアニンの利用を考える上で興味を持たれる。

紅花チャは大井（1965）の「日本植物誌」によれば *Camellia sinensis* var. *sinensis* forma *rosea* と命名されているが，紅花チャの花色は紅色花色を支配する劣性遺伝子，*r* の二重劣性ホモ（*r/r*）によって発現することが明らかになった。このことは紅花チャと通常の白花のチャを交配し，その F₁ を紅花チャに戻し交配すれば紅花と白花が 1：1 に出現することから，紅色花色は通常の遺伝形質の一つであり form として分類することには疑問がもたれる。

第 3 章の要約

わが国のチャ遺伝資源の新芽中のカフェインとタンニン含有率は，カフェインの場合，1.64～5.46%，タンニンでは 9.37～26.82% の大きな変異が認められた。

アッサム種は中国種に比べて両成分ともに高く、その境界はカフェインで 3.5 ～ 4.0 %、タンニンで 18 ～ 20 %であった。また、中国種の中ではカフェイン、タンニンの両成分とも日本在来種が中国導入種より低く、インド、バングラディッシュ、ミャンマー原産のアッサム種から中国本土の中国種そして日本在来種へと次第に低くなる傾向が認められた。

わが国のチャ遺伝資源についてカフェインおよびタンニン含有率を評価し、低カフェインおよび高カテキンの育種素材を選抜した。高カテキン系統として選抜した‘IND113’は後代によく特性が遺伝するため、高カテキン育種の間接母本として 1998 年に農林登録を行った（茶中間母本農 3 号）。

カテキンとカフェイン含有率はチャの種内分類だけでなく変種内の分類にも利用できることがわかった。

高アントシアニン系統の選抜の指標として紅花チャの花色の遺伝解析を行い、薄紅色の花色は 1 対の劣性遺伝子 r の二重劣性ホモで発現することを明らかにした。