チャ挿し木苗における不定根伸長方向の品種間差異

山下正隆*・武弓利雄・佐波哲次

(野菜・茶業試験場)

要旨: 実生のチャの根は深くまで分布するが、挿し木によるチャは浅根化の傾向が強い。このことから、挿し木個体の根系を構成する基本的な根である不定根の伸長方向が、根系分布と密接な関係を持つのではないかと考えられた。そこで、我が国の品種、アッサム種、中国種を用いて、挿し木苗から生じた不定根（直径1 mm以上）の伸長方向の変異について検討した。挿し木は1994年および1995年の6月に行い、いずれも翌年の3月に苗を掘り取って根を調査した。不定根の伸長方向は鉛直線に対してなす角度で表した。我が国の品種はいずれも不定根の伸長角度に変異の幅が小さく、そのほとんどが65~75°の比較的大きな角度を示すことが明らかとなった。アッサム種、中国種は不定根の伸長角度に変異が大きく、さらに、平均伸長角度は我が国の品種に比べて約15°小さかった。また、我が国の品種に比べて、アッサム種、中国種の多くは不定根の発生が少なかった。以上の結果から、我が国の品種、アッサム種、中国種間での不定根伸長方向の多様性が明らかとなった。また、アッサム種、中国種は、我が国の品種に比べて深い根系分布を持つ可能性を示唆した。

キーワード: *Camellia sinensis* L., 挿し木, チャ, 根の伸長角度, 不定根。

チャ (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) は窒素施用によって呈味成分である新芽中のテアニン含量が高まることから (石垣 1978), 茶樹栽培では、特に窒素の多量施用が一般的となっており、このことが周辺環境への負荷 (橘ら 1995) や生産コストを高める要因となっている。今後の環境保全や、省コスト問題に対応するには、チャの養分吸収効率を高めることが急務である。挿し木による栄養系個体の根系は7~8本の不定根と多数の側根からなり、水平方向には1 m以上に達するが、垂直方向には50 cm程度の深さにほとんどの根が分布する横に広がった浅い根系を形成する (志村 1939, 青野ら 1980, 山下 1981)。このような浅い根系分布はチャの養分吸収効率を低下させる (橘ら 1996) だけでなく、耐干性等環境ストレスへの抵抗性を低下させる要因ともなっている (山下ら 1996)。今後求められる少肥適性や環境ストレス耐性の向上を図るには、深くまで根が分布する遺伝的形質の付与、栽培的な根系分布の制御が必要と考えられる。栄養系での浅根化は、多くの根が株直下方向でなく、斜め下方向あるいは横方向に伸長するためと考えられるが、これまでチャの栄養系における根の伸長方向に関する知見はほとんど見あたらない。本研究では、我が国の品種、アッサム種、中国種との間の不定根伸長方向の差異および不定根の伸長角度と発根数との関係を検討した。

材料と方法

1994年6月に我が国の在来種を含む品種20品種について、各20本を黒ボク土壌の挿し床に挿し木した。それぞれの挿し穂は切り口に市販の発根促進剤 (オキシベロン粉剤: IBA 1%含有) を紛衣し、茎部分をアクリル片 (縦5 cm, 横2 cm, 厚さ1 mm) 2枚で挟み、挿し床に垂直に植え付けた (第1図)。なお、アクリル片をダブルクリップで挟んだ際、挿し木の茎部分が押しつぶされるのを防ぐ

ため、長さ1 cm, 1辺4 mmの角柱を茎上部の両側に挟んだ。アクリル片の隙間には湿らせたパーミキュライトを充填した。この処理により、茎からの不定根の分布を2次元化させることができ、不定根伸長角度の調査が容易となった。1995年3月に各品種について生育のそろった10株程度を掘り取り、各株の直径1 mm以上の不定根だけを残して、長さ約5 cmに切り揃えた後、根系を原寸大で複写した。この複写画像を用いて根数を調査するとともにそれぞれの根の発根部位と根端を結ぶ直線が茎方向との間になす角度を測定し、根の伸長角度とした (第2図)。各品種とも、伸長角度の測定は直径1 mm以上の不定根すべてについて行った。また、1995年6月にはアッサム種16品種、中国種15品種を用いて、前年と同様の方法で挿し木し、1996年3月に根数、根の伸長角度を前年に準じて

第1図 挿し床に植え付ける直前の挿し穂の状態。
2枚の透明アクリル片の間には湿らせたパーミキュライトを充填。

第2図 不定根伸長方向の測定。
p: 鉛直方向, α : 伸長角度。

調査した。なお、我が国の品種は分類上は中国種であるが、本研究では中国、台湾から導入された品種を中国種として区別した。

結 果

1. 我が国の品種における不定根の伸長角度

第1表に我が国の品種における直径1 mm以上の不定根の伸長角度および発生数を示した。また、第3図(a)に代表的な緑茶品種やぶきたの根系を示した。品種間での不定根伸長角度は60~80°で、20°の変異幅を示し、その平均角度は約70°であった。しかし、ほとんどの品種の伸長角度は65~75°までの10°の範囲内に分布した。供試品種中、最も伸長角度の小さかったものは静岡の在来種であり、最も大きかったのは緑茶品種のまきのはらわせであった。供試品種中、まきのはらわせ、やぶきたはそれぞれ開張性樹姿、直立性樹姿の代表的な品種であるが(倉貫1988)、両者の伸長角度の差は比較的小さく、いずれも70°以上であった。やぶきた、おくむさしの不定根発生数は12本以上、他の品種の多くも不定根発生数は約7本であった。伸長角度と不定根発生数との相関は小さかった。

2. アッサム種における不定根の伸長角度

第2表にアッサム種における直径1 mm以上の不定根の伸長角度および発生数を示した。また、第3図(b)に深根性を示す代表的な品種Ai 37の根系を示した。アッサム種の伸長角度は33~88°の範囲に分布し、変異の幅は55°であった。これは我が国の品種の2倍以上の変異幅であった。これらの平均角度は約55°で、我が国の品種に比べて約15°小さかった。アッサム種での根の伸長角度は、50~60°の範囲に最も多く分布した。すなわち、出現頻度の高い分布域は我が国の品種に比べて約10°小さかった。伸長角度と不定根発生数との相関は小さかった。しかし、伸長角度55°付近までは角度が大きいかほど根数は多いが、この伸長角度を超えると、角度が大きいかほど根数は逆にならなくなる傾向がみられた。アッサム種では、伸長角度50~60°の範囲で、7本以上の太い不定根を形成した品種がいくつかみられたが、多くの品種では不定根の発生が少なかった。

3. 中国種における不定根の伸長角度

第3表に中国種における直径1 mm以上の不定根の伸長角度および発生数を示した。中国種の不定根伸長角度は40~65°の範囲に分布し、その変異幅は25°であった。また、平均伸長角度は約53°で、最も多い分布域は48~60°の範囲であった。このように、平均伸長角度、伸長角度の最多分布域はアッサム種とほぼ同じであったが、変異の幅はアッサム種より小さく、日本種よりやや大きい程度であった。また、不定根発生数はほとんどの品種で少なく、伸長角度との相関も小さかった。

考 察

作物の根系分布は、重力、養水分、土壌の物理的抵抗等根を取り巻く様々な刺激に対する根の生長反応を反映したものである。チャの根系も、それぞれの根が生長中にどのような刺激をどの程度の強さで受けるかによってその伸長方向は変化し、異なった根系分布を示すはずである。しかしながら、挿し木による栄養系個体の根系は、垂直方向に

第1表 我が国品種における不定根発生とその伸長方向。

品 種	根数	伸長角度(度)	品 種	根数	伸長角度(度)
まきのはらわせ*	4.8±3.0	80.4±11.5	福岡 129-5	5.8±2.1	68.2±11.9
おくみどり*	7.3±3.3	75.6±10.5	おくむさし*	13.3±2.7	67.5± 9.6
奈良 58-10	5.0±2.0	74.8±10.8	福井 8-1	4.8±2.5	67.3± 7.1
高知 101-2	6.5±3.4	73.4±10.3	宮崎 138-2	5.7±2.6	66.5± 6.6
やぶきた*	12.1±2.9	73.3± 7.1	三重 65-10	7.1±2.8	66.3±10.2
愛媛 34-350	5.9±2.1	71.1± 9.2	牧園大茶樹	10.2±3.3	66.1± 7.8
広島 27-3	5.6±3.8	70.1±14.7	あさつゆ*	6.5±2.7	64.1± 6.5
鹿児島 2	4.8±2.6	70.0±16.1	鹿児島 75-12	5.8±3.8	64.6±13.3
新潟 116-10	6.2±2.0	69.5± 9.7	茨城 91-4	3.0±1.5	60.3±13.8
宮崎 44-16	7.4±3.7	68.2± 4.7	静岡 20-7	4.3±2.2	59.8±12.1
供試した 20 品種の平均根数および伸長角度: 6.6±2.8 68.9±10.2					

平均値±S.D., *: 育成品種, その他: 在来種。

伸びる種子根をもつ実生個体の根系と異なり、根が水平方向に広がる浅根性の特徴を示すのが普通である (志村 1939, 青野ら 1980, 山下 1981). このことから、挿し木個体の根系を構成する基本的な根である不定根の伸長方向が、根系分布と密接な関係を持つのではないかと考えられた。そこで、我が国の品種、アッサム種および中国種を用いて、不定根の伸長方向にどの程度の変異が見られるかを検討した。その結果、我が国の品種については樹高、葉の大きさ、萌芽期等の地上部形質にはかなり大きな地理的変異 (鳥屋尾ら 1996) あるいは品種間差が知られているが、

不定根の伸長角度には変異が小さく、さらに、多くの品種は $65\sim 75^\circ$ の比較的大きな角度を示すことが明らかとなった。このような大きな角度を示す不定根の伸長が、挿し木で増殖される我が国のチャ品種にみられる浅い根系分布の大きな要因ではないかと考えられた。これまでのチャの育種では、増殖性を左右する挿し木発根性以外の根の形質についてはほとんど注目されてこなかった。しかし、我が国の緑茶品種の多くが浅い根系分布を示すのは、挿し木で浅根性を示す在来種が育種に用いられてきた結果と思われる。鳥屋尾ら (1996) も報告しているように、発根の良好

第2表 アッサム種における不定根発生とその伸長方向.

品 種	根 数	伸長角度(度)	品 種	根 数	伸長角度(度)
Shan 5*	3.5 ± 2.3	87.5 ± 11.9	At 5370	7.1 ± 1.0	54.0 ± 4.8
Ak 11	2.0 ± 0.8	64.9 ± 14.3	At 5372	3.4 ± 1.1	52.4 ± 9.9
BUM 2*	4.2 ± 2.4	62.6 ± 7.0	At 5337	6.4 ± 1.0	51.5 ± 10.7
Ak 21	2.0 ± 0.5	60.4 ± 11.9	Ak 66	1.4 ± 0.5	50.4 ± 12.3
Ai 2	2.9 ± 0.6	59.5 ± 11.0	Ai 37*	6.6 ± 1.9	45.3 ± 8.1
Ay 5309	4.8 ± 1.2	58.6 ± 12.6	Ai 37	4.4 ± 1.0	44.2 ± 7.7
茶本-F4*	9.0 ± 3.4	57.0 ± 7.0	Ai 31	3.0 ± 1.1	37.8 ± 12.8
At 5324	4.7 ± 1.4	56.3 ± 9.5	Ak 26	1.6 ± 0.7	33.3 ± 12.4
供試した 16 品種の平均根数および伸長角度: 4.2 ± 1.3 54.7 ± 10.2					

平均値 $\pm$ S.D., *: 1995年調査, その他: 1996年調査.

第3図 挿し穂に形成された伸長方向の異なる不定根群.

(a): 緑茶用品種 やぶきた, (b): アッサム種 Ai 37.

第3表 中国種における不定根発生とその伸長方向.

品 種	根 数	伸長角度(度)	品 種	根 数	伸長角度(度)
Cd 50	4.1±0.9	64.2±10.6	青心大有*	5.7±1.6	49.1± 9.9
Cp 12	4.6±1.9	62.8± 7.6	三叉枝蘭*	3.3±2.3	48.3±17.2
Cp 20	4.2±2.1	61.8±14.2	Cm 18	3.2±1.0	47.7±10.5
Cp 25	1.8±1.5	58.7±16.2	Cp 13	7.1±1.6	46.8± 8.3
東 C 17	5.2±0.8	57.3± 9.3	黄柑*	3.3±1.1	44.6±12.5
青心烏龍*	2.6±1.0	57.2±11.6	大葉烏龍*	2.7±1.1	43.0±14.3
Cm 21	3.5±1.2	54.8± 5.8	鉄観音*	2.3±0.5	40.4±13.0
硬枝紅心*	5.1±1.5	50.6± 9.0			
供試した 15 品種の平均根数および伸長角度: 3.9±1.3			52.5±11.3		

平均値±S.D., *: 育成品種, その他: 系統.

な在来種から育成された品種の多くは挿し木繁殖が容易である。挿し木発根性に優れ、定植後は浅い土層に多量の根が分布するこれまでの品種の特性は、結果的に多肥等の集約的な茶栽培に適応し易かったと思われる。しかし、このような浅根性の性質は、干ばつによる被害や立ち枯れ症(中山ら 1978, 鳥屋尾・土井 1984)等のチャの生育障害の要因にもなっていると推察された。一方、アッサム種間では不定根の伸長角度に変異が大きく、さらに、アッサム種、中国種における平均伸長角度は我が国の品種に比べて小さかった。このことはアッサム種、中国種は我が国の品種に比べて深い根系分布を持つ可能性を示唆した。チャは中国西南部が発祥地とされており、日本に比べて「遺伝子中心」(ヴァヴィロフ 1980)に近い地域では、根の形質についても遺伝的多様性が大きいと考えられた。また、インド、中国等における粗放的な管理下では(Harler 1966, Barbora 1991), 深くまで広がる根系を持つことは環境ストレスに対する抵抗性を強め、また、養分吸収効率を高めることによって生育、収量に有利と考えられた。しかし、これらのアッサム種、中国種の多くは、我が国の品種に比べて太い不定根の発生が少なく、挿し床やほ場での活着率、根量、根の活力等の点に問題があるように思われた。

以上の結果から、我が国の品種、アッサム種、中国種を含めたチャ品種間には、不定根伸長方向の遺伝的な多様性が存在すると考えられた。また、アッサム種、中国種は、我が国の品種に比べて深い根系分布を持つ可能性が示唆された。今後、チャの理想型根系を考えていくには、根の伸長方向を決定する生理的な機構、不定根と側根間での伸長角度の相関、不定根の伸長方向と発根性、根量、根系分布、地上部生育との関係等を検討する必要がある。

引用文献

- 青野英也・築瀬好充・田中静夫 1980. チャの根群の発達とその土壤保全機能. 茶試研報 16: 191—317.
- Barbora B.C. 1991. Progress of R & D and its application by the tea industry in N.E. India. In the Organizing Committee of ISTS eds., Proc. Int. Sympo. Tea Sci. (ISTS). The Organizing Committee of ISTS, Shizuoka. 494—498.
- Harler C.R. 1966. Tea growing. Oxford University Press, London. 99—113.
- 石垣幸三 1978. 茶樹の栄養特性に関する研究. 茶試研報 14: 1—152.
- 倉貫幸一 1988. 品種の主要特性と選び方. 新茶業全書 第8版. 静岡県茶業会議所, 静岡. 63—87.
- 中山仰・土井芳憲・石川洋子 1978. チャさし木苗における発根位置の品種間差異と細根多発部の肥大現象. 茶研報 48: 16—22.
- 志村喬 1939. 茶樹の根に関する研究 (予報). 日作紀 11: 50—75.
- 橘尚明・吉川重彦・池田勝彦 1995. 多肥栽培茶園土壌中の無機態窒素の動態ならびに減肥過程における一番茶アミノ酸含量の変化. 日作紀 64: 523—528.
- 橘尚明・吉川重彦・池田勝彦 1996. 茶樹における樹齢の進行および多肥条件下での窒素吸収特性. 日作紀 65: 8—15.
- 鳥屋尾忠之・土井芳憲 1984. チャ立枯症の品種間差異と幼木における地際部発根性. 茶研報 59: 13—18.
- 鳥屋尾忠之・武田善行・松下繁・家弓実行・近藤貞昭 1996. チャの日本在来種における地理的変異と適応性. 野菜茶試研報 B (茶業) 9: 1—29.
- 山下正隆 1981. 茶樹の根系に関する栽培学的研究 第2報 根のエージ別分級による根群の解析. 日作紀 53: 139—144.
- 山下正隆・武弓利雄・佐波哲次・釘本和仁・野中一弥 1996. '94年夏季の干ばつが茶樹の根の活力及び翌年一番茶収量に及ぼす影響. 茶研報 82: 15—20.
- ヴァヴィロフ N. 1980. 栽培植物発祥地の研究. 中村英司訳. 八坂書房, 東京. 19—191.

Varietal Difference in Growth Direction of Adventitious Roots in Tea Cuttings: Masataka YAMASHITA*, Toshio TAKYU and Tetsuji SABA (*Natl. Res. Inst. Vegetables, Ornamental Plants and Tea, Makurazaki 898—0032, Japan*)

Abstract: Although seedling tea plants grow roots deeply, clonal tea plants develop shallow root systems as a result of cutting. This change in the distribution of root systems, depending on reproductive methods, is an interesting phenomenon in tea cultivation. To study the mechanism, we investigated varietal differences in the growth direction and number of adventitious roots (≥ 1 mm in diameter) by using 9-month-old cuttings of Japanese, Assamese, and Chinese varieties in 1995 and 1996. Most Japanese varieties had a growth angle of adventitious roots ranging from 65 to 75° against the perpendicular direction and produced seven or more adventitious roots (≥ 1 mm in diameter). The Assamese and Chinese varieties, however, exhibited a

growth angle significantly different from the Japanese varieties. Both of these varietal groups had mean growth angles about 15° smaller than the Japanese group did, but they were inferior to the Japanese varietal group in the number of adventitious roots. These results suggested the genetic diversity of the growth direction of adventitious roots and that Assamese and Chinese varietal groups may develop deeper root systems in comparison with Japanese varieties.

Key words : Adventitious roots, *Camellia sinensis* L., Cutting, Growth angle of roots. Tea plants.

書評

「食料生産と環境 持続的農業を考える」 久馬一剛 著. 化学同人, 1997年発刊, A5版133頁, 1800円+税.

作物学会においても持続的農業 (Sustainable Agriculture) が研究のテーマとして取り上げられるようになって久しいが、ではなぜ持続的農業なのか? あるいは持続的農業とはなにか? と問うときその内容が極めて多様で捉えにくいというのが、正直な感想ではないだろうか? 本書は、持続的農業と環境問題を鳥瞰図的に捉えるのに適切な構成と内容になっている。

全体は7章からなり、第1章「食料の生産と消費」では、世界における食料の生産と消費について、その動向が環境におよぼす影響が概観されている。第2章では、農業の歴史の変遷が概略され、ここで本書の環境問題として農業をみる視点「生業としての農業から産業としての農業」という点が提示されている。次の第3章では農業と環境問題の係わりが要約され、続く4章と5章では、焼畑と水田農業を取り上げ、伝統的農業のもつ環境問題のメリットとデメリットが示されている。第6章においては現代先進国の集約農業の成り立ちと環境負荷をもたらさざる得ない要因が指摘されている。そして、最後の第7章において持続的農業とは如何なるものかが、解決すべき課題とともに論じられている。また、本書は「シリーズ・環境を考える」(化学同人)の中の一つである。

本書を一読しての最初に持つ感想は、環境問題と持続的農業の係わりがわかりやすく論じられていることであるが、その原因が、著者の豊かな知識と深い洞察力の結果であることは当然として、本書が「生業としての農業から産業としての農業へ」という視点で書かれていることにあるのではないかと思われたことである。これは私自身の個人的な傾向なのかもしれないが、作物学関係者が農業を論じるときに生業としての農業と産業としての農業を明確に区分できず(せず?), 議論が「生業としての農業」という視点に引きずられてしまうことがあるように思う。和辻哲郎「風土」の始めの章「風土の基礎理論」に「・・・かつてヘンデルは「生ける自然」の解釈からして「人間の精神の風土学」をつくろうとした。そうしてそれはカントが批判したように、学的労作ではなくして詩人的想像の産物に類してしまった。この危険は風土を根本的に考察しようとする者を常に脅かしている。・・・」という、警告をフツ思い出させてくれた。

また、このごろ目に付くことは類似の環境問題について化学関係の研究者からの積極的な出版が増えていることである。作物学というまさに半分は環境科学である我が学会諸氏の奮起を期待したいとも思った。

(佐賀大学農学部 野瀬昭博)