

チャ挿し木苗における根系形態の品種間差異

中村順行*

(静岡県茶業試験場)

要旨: チャ挿し木苗の根系形態を網円筒枠を用いて調査した結果, 地上部の生育はもちろんのこと, 根系形態にも著しい品種間差異が認められた。新梢長や新梢重は, おおいわせ, おくむさしで優れ, さえみどり, かなやみどり, おくみどりで劣った。また, 発根数や根重は, さやまかおり, ふうしゅんで優れ, さえみどり, おくみどり, おくむさしで劣る傾向にあった。根系形態には品種間差異が認められ, その違いは主成分分析の結果から, 「根の空間的分布様相」と「根量特性」に起因していた。根の空間的分布の広い品種には, 山の息吹, めいりよく, さやまかおり, おくひかりが, 狭い品種には, おおいわせ, さえみどり, かなやみどりが認められた。また, ふうしゅんは根量が多く, 根の伸長角度の小さいことが, おくみどりは根の伸長角度の大きいことが特徴的だった。

キーワード: *Camellia sinensis* L., 根系形態, 挿し木, チャ, 品種間差異。

チャの根は, 個体の支持, 養水分の吸収のみならず, 品質に関与する呈味成分の生成の場としても, その構造や機能が注目されている。また, 最近では環境保全型農業を推進する上での養分の吸収効率や干寒害などの不良環境耐性を向上させるためにも根系への関心が高まっている。

しかし, 根系の調査には多大な労力と時間を要すだけでなく, 根系は地上部や土壌の環境条件により変化するため, その構造や機能を的確に解析することは難しい。特に, 樹木などの永年性作物では根系も大きく, 調査事例が少ない。チャにおいてはこれまでに若干の知見が得られ, 青木ら (1995) は苗木の根系形態は本圃定植後の根系に大きな影響を及ぼすことを報告している。青野ら (1980) は土壌保全機能の観点から, 山下 (1989) は樹勢更新の観点から, それぞれ根系発達について報告している。また, 山下ら (1998) は挿し木苗の不定根伸長方向, 下門・宮崎 (1997) は成木園での根群分布について調査し, それぞれの品種間差異を検討している。

しかしながら, これまでの報告(青野ら 1980, 山下 1989, 下門・宮崎 1997, 淵之上 1976, 間曾 1975, 前田 1981) では根系の形態を根量と分布の様相から定量的に解析しているとは言い難く, また品種による根系形態の特徴が明確化されていない。

そこで, 著者は各品種の本圃定植後の根系形態を類推する第一段階として, 挿し木苗での根系形態の品種間差異を網円筒枠法(田中ら 1990)を用いて調査したので報告する。

材料と方法

供試材料として, 第1表に示した早晩性や樹勢, 樹姿の異なる 11 品種を用いた。

各品種は赤黄色土の挿し床中に埋め込んだポリプロピレン製の網円筒枠 (直径 6 cm, 深さ 15 cm) の中心に挿し木した。なお, 挿し木は発根した根が絡み合わないように入間 15 cm×株間 15 cm の密度で, 1 区 10 本, 2 反復で行った。

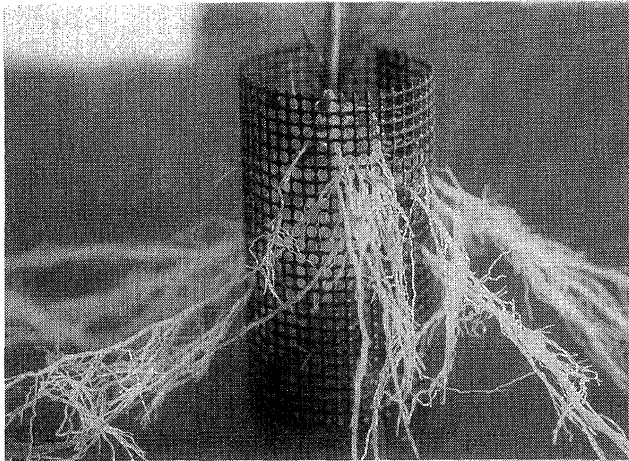
挿し穂は二節 2 葉とし, 挿し穂の下葉からの茎の長さを 2 cm 以内に調整し, 1997 年 7 月 3, 4 日に慣行に準じて挿し木した。

なお, 挿し木床は雨よけハウス内の天井部を黒の寒冷しゃ (#610) で覆ったものであり, 12 月から 2 月にかけては最低温度が 10°C 以下にならないように加温し, その他の管理は慣行に準じた。

調査は 1998 年 3 月に行い, 根を傷めないように, 網円筒枠とともに掘り取り, 水道水で丁寧に土を洗い流した (第 1 図)。調査項目は, 分枝数, 新梢長, 葉数, 新梢重, 発根数, 木化根数及び新鮮根重とした。また, 根の空間的分布特性を明らかにするため, 第 2 図に示すように, 円筒枠の網み目から出ている全ての一次根を対象に, 地表面からの深さと枠外の根長 (枠から根端まで) を計測した。新鮮根重は地表面からの深さと枠外の根長を計測後, 全ての根を母茎部から切り離し, ペーパータオルで余分な水分を吸い取った後, 測定した。さらに, 各々の根の水平方向への広がりや根の深さ, 根長及び伸長角度は, 根が円筒枠の中心部の挿し穂の基部から発根したものと仮定し, 地表面からの深さと枠外の根長の計測値をもとに算出した。なお, 根の伸長角度は地表面となす角度とし, 角度の大きな方が鉛直方向に根が伸長していることを示す。

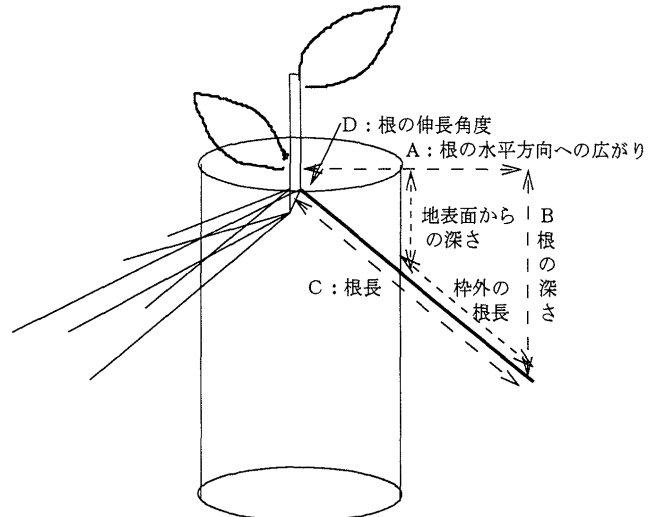
第 1 表 供試品種の特性。

品 種 名	早 晩 性	樹 勢	樹 姿
おおいわせ	早 生	やや強	開 張 型
山の息吹	早 生	強	やや直立型
さえみどり	早 生	やや強	中 間 型
さやまかおり	中 生	強	中 間 型
めいりよく	中 生	強	やや直立型
やぶきた	中 生	やや強	やや直立型
かなやみどり	やや晩生	中	開 張 型
ふうしゅん	やや晩生	強	開 張 型
おくひかり	晩 生	やや強	直 立 型
おくみどり	晩 生	やや強	中 間 型
おくむさし	晩 生	強	直 立 型



第1図 網円筒枠の堀取り時の発根状況。

調査は円筒枠の網目から突き出ている一次根を対象とした。



第2図 根の分布様相の調査法。

一次根が網円筒枠より突き出た部位の「地表面からの深さ」と「枠外の根長（枠から根端まで）」の実測値をもとに、A: 根の水平方向への広がり、B: 根の深さ、C: 根長、D: 根の伸長角度を算出した。

結 果

1. 挿し木苗の生育

挿し木苗の地上部の生育は順調であり、分枝数、新梢長、葉数及び新梢重ともに、明らかな品種間差異が認められた(第2表)。

分枝数は、おおいわせ、おくひかりで多く、かなやみどり、おくむさしは1本と少なかった。新梢長及び葉数はおおいわせで優れ、新梢重はおくむさしで重かった。概して、地上部の生育は、おおいわせ、おくむさしで優れ、さえみどり、かなやみどり、おくみどりで劣る傾向が認められた。

また、地下部の生育として、発根数はふうしゅんで多く、さえみどりで少なかった。木化根数はおくひかりで多く、やぶきたで少なかった。根重はさやまかおり、ふうしゅんで重く、おおいわせ、さえみどり、かなやみどり、おくみどり、おくむさしで軽かった。これらのことから、根の生育は、概してさやまかおり、ふうしゅんで優れ、さえ

みどりで劣る傾向にあった。

T/R率(新梢重/根重)は、おおいわせが104%と高かったが、さえみどり、さやまかおり、かなやみどり、ふうしゅんはいずれも35%以下と低く、新梢重に比較して根重が重かった。

今回供試した11品種の各形質において、地上部間の新梢長と葉数(0.941)、新梢長と新梢重(0.940)、葉数と新梢重(0.907)や、あるいは地下部間の発根数と根重(0.848)にはそれぞれ正の有意な相関関係が認められた。しかし、地上部の形質と地下部の各形質間には有意な相関関係が認められなかった(第3表)。

2. 各品種の根の空間的分布特性

各品種の根の水平方向への広がり、根の深さ及び根長の平均値は、第3図に示すとおりである。

第2表 挿し木1年生苗の諸特性。

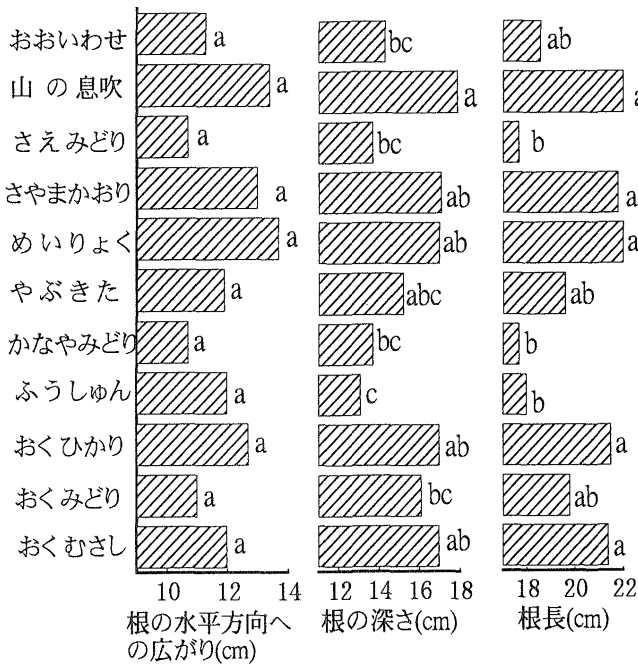
品 種 名	地 上 部 の 生 育				地 下 部 の 生 育			T/R 率 %
	分枝数 本	新梢長 cm	葉 数 枚	新梢重 g	発根数 本	木化根数 本	根 重 g	
おおいわせ	1.58a	24.8a	16.8a	6.44ab	28.5b	2.8bc	5.85b	104a
山の息吹	1.23ab	15.6abc	13.5abc	5.13abc	26.9bc	5.1ab	8.21ab	63abc
さえみどり	1.33ab	8.5c	6.9c	1.67c	16.6c	3.4bc	5.30b	30c
さやまかおり	1.25ab	13.4abc	8.9abc	3.79abc	31.6b	5.0ab	11.11a	34c
めいりよく	1.23ab	19.9abc	12.4abc	5.41abc	28.8b	3.9b	8.98ab	61abc
やぶきた	1.15ab	12.0bc	9.5abc	3.41abc	30.4b	2.4c	8.14ab	42bc
かなやみどり	1.00b	9.7bc	8.0bc	2.20bc	26.5bc	2.8bc	6.58b	32c
ふうしゅん	1.16ab	10.0bc	7.9bc	3.31abc	43.1a	3.5bc	11.93a	26c
おくひかり	1.53a	18.9abc	11.7abc	6.57ab	29.8b	8.3a	8.69ab	73abc
おくみどり	1.24ab	9.9bc	8.2bc	2.28bc	24.3bc	3.1bc	6.04b	38bc
おくむさし	1.00b	20.8ab	16.0ab	6.87a	24.5bc	3.9b	6.72b	97ab

各品種とも1997年7月上旬に挿し、1998年3月に調査した。新梢重及び根重は新鮮重で示し、発根数は、半径3cmの網円筒枠より突き出た一次根の数とした。T/R率は、新梢重/根重とした。同一アルファベット間には、Tukey法(5%レベル)における有意差がないことを示す。

第3表 挿し木苗の一般特性の相関関係。

	分枝数	新梢長	葉数	新梢重	発根数	木化根数	根重
分枝数	1.000	0.440	0.271	0.344	-0.051	0.421	-0.118
新梢長		1.000	0.941*	0.940*	0.022	0.276	-0.093
葉数			1.000	0.907*	-0.050	0.152	-0.201
新梢重				1.000	0.148	0.480	0.083
発根数					1.000	0.097	0.848*
木化根数						1.000	0.332
根重							1.000

第1表の11品種の各特性間の相関関係。右肩の*印は5%水準で有意なことを示す。



第3図 挿し木苗の根の空間的分布特性の品種間差異。各形質内の同一アルファベット間には、Tukey法 (5%レベル) における有意差がないことを示す。

各品種の根の水平方向への広がりには、分散分析による有意差が認められなかったが、山の息吹やめいりよくで広く、さえみどり、かなやみどり、おくみどりでは狭い傾向にあった。根の深さには、有意な品種間差異が認められ、山の息吹は地中深くまで張り、さえみどり、かなやみどり、ふうしゅんなどでは浅かった。根長は、山の息吹、さやまかおり、めいりよく、おくひかり、おくむさしで長く、さえみどり、かなやみどり、ふうしゅんで短かった。

根の伸長角度を平均化したときには、ふうしゅんを除きいずれの品種も地表面に対して50~55°となるが、伸長角度の分布には品種間差異が認められた (第4図)。すなわち、ふうしゅんは40~50°の角度に占める根の比率が高く、おくみどりでは50~70°の比率が高かった。やぶきたやめいりよくは40~60°の間で70%程度の比率を占めていた。また、山の息吹、かなやみどり、おくひかり、おくむさし、おおいわせでは、50~60°を中心に40~70°の間に80%以上の根が分布していた。

3. 根群分布特性の品種間差異

根群分布特性の品種間差異を把握するため、第2表の発根数、木化根数、根重、及び第3図の根の水平方向への広がり、根の深さ及び根長と一次根1本当たりの根重、単位長さ(10 mm)当たりの根重を加えた8形質で主成分分析を行った。その結果、第4表に示すとおり、第2主成分までの累積寄与率は84.8%と高かった。また、第1主成分の因子負荷量は、根の水平方向への広がり0.93、根長0.83、根の深さが0.72と正の値で大きかった。第2主成分については、発根数が-0.85、10 mm当たりの根重が-0.78及び根重が-0.63と負の値で大きかった。

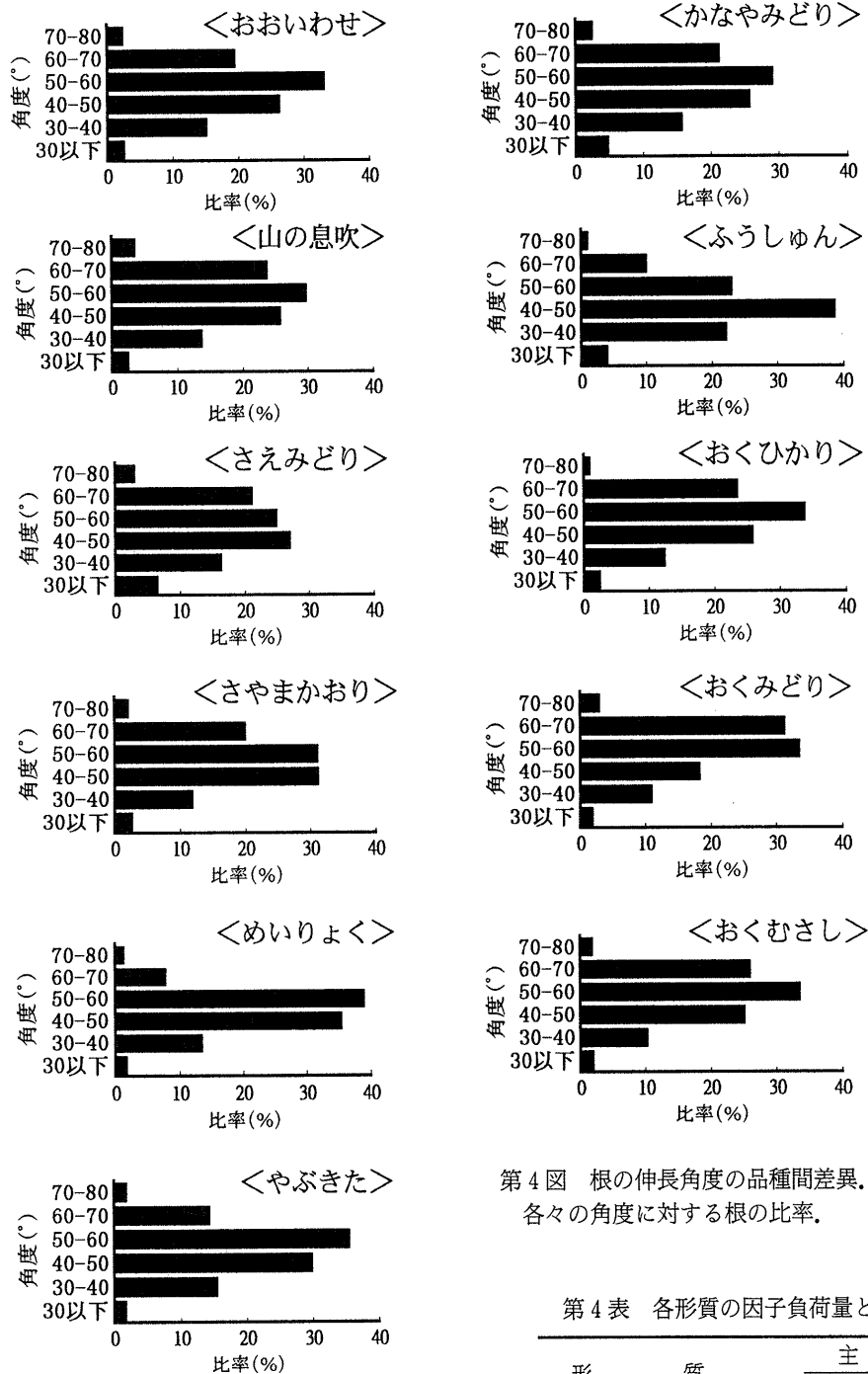
第1主成分と第2主成分の因子スコアに基づき、供試品種を分類した結果、第5図に示すとおり、根の空間的分布域の広い山の息吹、さやまかおり、めいりよく、おくひかりと、狭いおおいわせ、さえみどり、かなやみどりに分類された。また、両グループに属さないふうしゅんは根量が多く、根の伸長角度の小さいことで、おくむさし、やぶきたは両グループの中間型に分類された。

考 察

チャの根は植物体を支持し、生育に必要な養水分を吸収するだけでなく、品質に関わるテアニン生成の場 (小西1991) としても重要な役割を果たしている。しかしながら、土壌中の根を研究するためには多くの時間と労力を要するため、地上部に比較し報告が極端に少ない。また、チャの根は地上部や地下部の多くの環境的要因の影響を受けながら長期間にわたり発達するため根系の構造や機能を的確に把握することは難しい。

一方、最近では環境保全型農業を推進する上での養分の吸収効率や干寒害などの不良環境耐性を向上させるため根系への関心が高まるとともに、根系改善の重要性が増している。

根系改善を図るためには根系形成についての把握が必要である。チャにおける成木園での根系分布特性には品種間差異が認められ (青野ら 1980, 下門・宮崎 1997)、茶樹の根は定植後1~2年で発生したものが太・中根化し根系形成の基になる (青野ら 1980, 山下 1989)。また、塩ビパイプで作成した深型ポット (径7.5×深さ25 cm) で育苗した苗は木化根がポットの壁に沿って鉛直方向に誘導されるた



第4図 根の伸長角度の品種間差異。
各々の角度に対する根の比率。

め、定植後も根が垂直方向に伸長しやすい(青木ら 1995)。挿し木苗における不定根の伸長角度には品種間差異が認められる(山下ら 1998) ことなども報告されている。これらのことから、挿し木苗での根系形態の品種間差異を把握することは成木園での根系形態を類推する上で有効と考えられる。

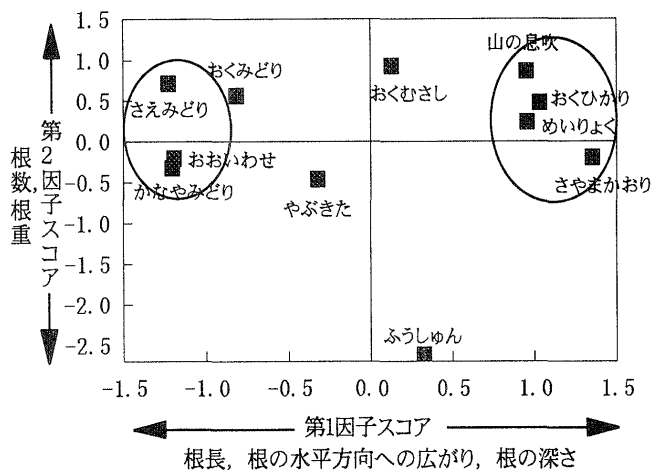
本研究では早晩性、樹勢及び樹姿の異なる 11 品種の挿し木 1 年生苗を供試し、根系解析を主眼とした調査を行った。調査方法は、ダイズ(田中ら 1990) やムギ(Oyanagi ら 1993) などで用いられているバスケット法や網円筒枠法をチャ挿し木苗用にアレンジした結果、根系構造を立体的に把握することが可能となった。このとき、通常の挿し木では下葉からの茎の長さが長いと、品種によ

第4表 各形質の因子負荷量と累積寄与率。

形 質	主 成 分	
	第1因子	第2因子
発 根 数	0.4432	-0.8499
木 化 根 数	0.6889	0.2672
根 重	0.6609	-0.6317
1 本 当 たり 根 重	0.6380	0.2951
10mm 当 たり 根 重	0.6126	-0.7766
根の水平方向への広がり	0.9337	0.1179
根 の 深 さ	0.7209	0.6205
根 長	0.8262	0.4883
累 積 寄 与 率	0.5133	0.8483

各形質の値は、11 品種の第 2 表、第 3 図及び「1 本当たり根重=根重/発根数」、「10 mm 当たり根重=根重/根長 (cm)」の値を用いた。

り発根の位置が異なる(鳥屋尾・土井 1984)。そこで、解析の信頼性を増すため、下葉からの茎の長さを 2 cm 以内に統一した。



第5図 第1及び第2主成分スコアによる品種の分類。

第4表の8形質を用いた因子負荷量をもとに、各供試品種の因子スコアを求めた。

挿し木後の生育は順調であり、これまでの挿し木生育の品種間差異とはほぼ同様だった。

地下部の生育として、3 cm 以上伸長した一次根数には著しい品種間差異が認められ(第2表)、ふうしゅんで多く、さえみどりでは少なかった。おおいわせやふうしゅんの根は細く、おおくひかりやおおくむさしでは太かった。また、おおくむさしでは二次根や三次根の発生も少ない傾向が認められた。今回は、一次根を中心に調査を行ったが、形態的にも品種間差異が認められるため、今後はその機能と合わせ、検討を進めることも必要と思われた。

根重にも品種間差異が認められ(第2表)、それらと新梢重との比率(T/R率)は、品種により26%~104%となった。今回、調査したT/R率は本圃定植苗より低い値を示したが、これは挿し木1年生苗であることや冬季間の加温により根の生育が促進されたことが原因と考えられる。また、計量方法が乾物重ではなく新鮮重で評価したことも原因のひとつと考えられる。

これまでのチャにおける根系形態の調査にはブロック法(青野ら1980, 間曾1975, 前田1981), 改良トレンチ法(小野・渡辺1994), 改良モノリス法(淵之上1976)及び掘り取り法(青野ら1980, 山下1989)などが用いられている。また、挿し木苗では茎部分をアクリル片2枚で挟み、不定根の伸長角度に焦点を絞り品種間差異を検討(山下ら1998)しているが、いずれの報告も根量や分布の様相から根系の空間的分布特性が定量的に把握されているとは言い難い。

イネやマメにおける根系の分布特性は、『根量特性(根数, 根重等)』と『根の空間的分布特性(根の伸長方向, 株からの水平方向と鉛直方向(深さ)への広がり具合等)』により規定され、これらの要因が関わり合い、品種の根系形態が特徴づけられる(森田ら1995, 1997, Md, Wahiduzzaman MIA 1996)とされている。

今回供試したチャ11品種の根量や分布の様相には明ら

かな品種間差異が認められ、主成分分析結果から、第1主成分は根の空間的分布特性を示し、第2主成分は発根数や根重などの根量特性を示し、イネ(森田ら1995, 1997)やマメ(Md, Wahiduzzaman MIA 1996)と同様な結果となった。また、第1主成分と第2主成分の因子スコアに基づき、供試品種を分類した結果(第5図)、概して樹勢が強く、樹姿が直立型の品種は根の空間的分布域が広く、開張型の品種は狭い傾向が認められた。青野ら(1980)や下門・宮崎(1997)らは成木園での根系調査を行い、樹勢が強く樹姿が中間型のさやまかおりは深層まで根が分布するが、樹姿が開張型のかなやみどりは表層部分に多く分布したとの報告もある。

これらのことから、品種の樹勢や樹姿のような品種固有の遺伝的特性が根系形態にも少なからず影響を及ぼすものと考えられた。また、挿し木苗の根系形態が本圃定植後の根系形成の基になる(青野ら1980, 山下1989, 青木ら1995)とするならば、挿し木苗で本圃定植後の各品種の根系形態を類推できる可能性も高く、成木園における早急な確認も必要である。さらに、これらの根系形態の品種間差異は、不良環境耐性や養水分の吸収効率にも関与するものと考えられるため、その評価が待たれる。

引用文献

- 青木浩久・瀬川賢正・西谷宗典 1995. 茶樹の挿木接ぎ及び深型ポット挿しによる生育改善の検討. 奈良農試研報 26: 61-71.
- 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地保全機能. 茶試研報 16: 191-317.
- 淵之上弘子 1976. 茶樹の細根分布の深さに及ぼす諸条件の影響. 茶業技術 20: 26-31.
- 小西茂毅 1991. 茶樹の生化学. 村松敬一郎編, 茶の科学. 朝倉書店, 東京. 32-42.
- Md. Wahiduzzaman MIA, A. Yamauchi and Y. Kono 1996. Root system structure of six food legume species: Inter- and intraspecific variations. Jpn. J. Crop Sci. 65: 131-140.
- 前田嘉久美 1981. トレンチャ利用による茶園の深耕. 宮崎総農試報 15: 33-61.
- 間曾竜一 1975. 傾斜地茶園の根系分布の実態とその環境. 宮崎総農試報 9: 51-57.
- 森田茂紀・山田章平・阿部淳 1995. イネの根系形態の解析—成熟期における品種間比較—. 日作紀 64: 58-65.
- 森田茂紀・萩沢芳和・阿部淳 1997. ファイトマーの数と大きさに着目したイネの根系形成の解析—ポット試験による根量の品種間差異の解析例—. 日作紀 66: 195-201.
- 小野亮太郎・渡辺利通 1994. 改良トレンチ法による茶樹細根の分布パターンを観察. 茶研報 79: 15-18.
- Oyanagi A., T. Nakamoto and M. Wada 1993. Relationship between root growth angle of seedlings and vertical distribution of roots in the field in wheat cultivars. Jpn. J. Crop Sci. 62: 565-570.
- 下門久・宮崎久哉 1997. 茶樹の根群分布の品種間差異. 茶研報 85(別): 14-15.

- 田中典幸・窪田文武・有馬進・田口光浩 1990. サイズにおける根系の量的解析. 日作紀 59: 270—276.
- 鳥屋尾忠之・土井芳憲 1984. チャ立ち枯れ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.
- 山下正隆 1989. 茶樹における根群の形成と断根後の根の再生に関する研究. 野菜茶試研報 D2: 29—117.
- 山下正隆・武弓利雄・佐波哲次 1998. チャ挿し木苗における不定根伸長方向の品種間差異. 日作紀 67: 538—542.

Varietal Differences of Root Systems in Tea-Rooted Cutting: Yoriyuki NAKAMURA* (*Shizuoka Tea Exp. Stn., Kikugawa 439-0002, Japan*)

Abstract: Varietal differences in root system morphology in tea-rooted cuttings were examined by using a cylindrical net (radius of 3 cm) in a nursery bed. To determine the spatial distribution of the root, 11 tea cultivars were grown for about 9 months. The depth of the root penetration site on the net from the horizontal, the primary root length out of the net, and the root's total fresh weight were measured. The horizontal distance of the root tip from the stem, the vertical root depth, the actual root length, and the spreading angle of the root system were calculated. A principal component analysis was used to identify the important characteristics of the tea root system morphology. The root system morphology was primarily determined by the spatial distribution of the root and the root amount as an index of the root number and weight, in which the cultivar varied significantly. Yamanoibuki, Okuhikari, Sayamakaori, and Meiryoku formed in a relatively large root system, but Kanayamidori, Ooiwase, and Saemidori formed in a small root system. Fushun showed the large root amount and the small spreading angle of the root system; Okumidori showed a large spreading angle of the system.

Key words: *Camellia sinensis* L. Cutting, Root system, Tea, Varietal difference.