

我が国におけるチャの根の生育，根系形成に関する研究史 (その1)

山下正隆

九州農業試験場総合研究部

要旨：我が国における茶生産の発展経過に基づき，Ⅰ期：1940年代前期以前の萌芽期，Ⅱ期：1940後半～1970年代の復興発展期，Ⅲ期：1980年代の拡大期，Ⅳ期：1990年代の安定期の4つの時代区分を設け，チャの根の生育および根系形成に関する研究の流れと成果を編年的に整理した。根に関する研究は，'40年代までは散発的に行われたに過ぎなかった。しかし，戦後の新しい技術の導入・普及に伴って，'60年代以降，徐々に根系形成，根の生理等に関する研究がなされはじめ，温度反応など根の基本的な特性解明が進められた。'70年代には，収量，品質と結びつけた根の栽培学的な研究が手がけられ，以後の研究の大きな刺激となった。'80年代は，茶の生産技術は向上したが，コスト，環境との調和や食品としての安全性への関心が高まった。このような情勢の中で，地上部の生育，収量，品質への根の役割が徐々に解明され，積極的な根系の生育改善の意義・必要性が認識されてきた。'90年代は，茶の生産が拡大期から安定期に移行した時期である。この時期には，効率的，環境保全的な茶栽培をめざして根の生育，機能に関する研究が盛んになった。その結果，根系改善を目指す基礎および実用技術研究，簡便な根の調査研究手法の開発などが進められた。今後の茶生産においては，地上部，地下部を含めて全体としての作物の機能をどう高めるか，またどう発揮させていくかが重要となるであろう。

キーワード：根系形成，チャ，日本の茶栽培，根の生育

チャの根は個体の維持・固定，養水分の吸収，貯蔵，物質の輸送や代謝，呈味成分の生合成，これらの機能を制御する生理活性物質の生合成など，きわめて多面的な機能を果たしている。一方，チャの栽培では，光合成器官である葉を収穫対象とし，年間3～5回の摘採・整枝，品質向上を目的とする新芽生育期の遮光，樹勢更新を目的とする定期的な地上部の切り戻し，うね間の踏圧や限定されたうね間部への施肥など，他の作物には見られない特有な管理がなされている。これらの栽培管理は根の生長や生理機能にも様々な影響を及ぼし，その変化はまた，地上部の生長や最終産物としての新芽の収穫量や品質を左右している。こうした重要な器官である根についての研究は，それが土壌中に存在するために調査，観察，試料採取，実験に当たった際の処理条件の設定や人為的環境条件の設定が難しく，地上部に比べてその研究は立ち後れている。しかしながら，近年は茶の生産を取り巻

くコスト意識や環境保全意識の高まりを通じて，根の研究はこれまでの脇役的立場から脱することが求められている。本稿では，我が国におけるチャの根の生育，根系形成の分野に限定してこれまでの研究の流れを2回に分けて御紹介し，今後の根研究の発展に資することとしたい。ここでは便宜上，茶生産の発展経過に基づいて，Ⅰ期：1940年代前期以前の萌芽期，Ⅱ期：1940後半～1970年代の復興発展期，Ⅲ期：1980年代の拡大期，Ⅳ期：1990年代の安定期の4時期に区分して，編年的に整理させていただいた。なお，チャの根の研究史に関しては，これまでに青野ら(1986)による労作があり，本稿のとりまとめに当たって，参考にさせていただいた。

Ⅰ期. 1940年代前期以前

チャの栽培において根に関心が払われた歴史は古い。江戸期には篤農家によって多くの農

書が著され、中でも 1697 年に刊行された宮崎安貞(178)による「農業全書」は当時としては全国規模で読まれた農書である。その中のチャの栽培の項において、根の生育改善を目的とした栽培管理の記述が認められる。詳細は不明であるが、現在の深耕・断根処理に類似する根系更新技術といえるものである。おそらく、古くからチャを栽培する篤農家は経験的に根の重要性に気づいていたのであろう。現在、京都地方での玉露、てん茶園では「元寄せ、元だし」と称される管理技術があり、これは農業全書に紹介された方法に類似した技術と思われる。近年、この方法を検証した岡井ら(1985)によれば、この処理により、生葉収量は減少するが、荒茶品質の向上につながったとしている。1920年(大正9年)に現野菜・茶業試験場茶栽培部・利用加工部の前身として静岡県金谷に茶業試験場が、また、同時期には主要産地にも茶の専門試験研究機関が設置され、以後、本格的なチャの栽培および加工に関する研究が開始された。しかし、試験場設立初期には、その研究の中心は新芽摘採法、製茶法、製茶機械に関する事で、チャの生理生態的な基礎的研究には十分に関心を払われず、その後1940年代まで根に関する研究は散発的に行われたに過ぎなかった。しかし、この時期には高橋ら(1938)が、実生の茶樹について播種後3年間掘り取りによる生育調査を行い、地上部、地下部とも6~9月までおう盛に伸育し、さらに、根の伸長は9月以降も引き続くこと、地下部重は10~11月に最も大きく増加すること、地上部生育のおう盛な時期は地下部の生育が緩慢なことなどを指摘した。また、志村(1939)はざんごう法を用いて、根系分布や根の生長周期などについて調査しており、本格的なチャの根の研究の嚆矢となった。この研究では、主に、実生と分生のチャについて根群分布や根の生育周期に関する詳細な調査を行った。この時期には育種事業の伸展により取木、挿木などの栄養繁殖が行われるようになり、実生茶樹と分生茶樹とでは根の発育が非常に異なることが観察されていた。志村は、根の発育と品種、繁殖法、土壌環境等との関係について検討し、実生茶樹は分生茶樹と比べて、根系の深さ、広がりとも大であること、根系分布には品種間差異が存在すること、直立型、開張型などの地上部の樹姿と根系分布との間には密接な相関がみられることなどを観察した。また、幼木における年間の根重の推移から、年間の根の生育には周期性がみられること、根量は春から秋にかけての時期に増加するが、新

根の発生盛期は4月および8~9月であることなどを示した。このような根の生育、分布に関する知見は、栽培技術へ応用され、たとえば苗の移植適期を根の発生の周期性に基づいて判断している。その後、京都山城地方の茶園を対象に、荒廃茶園と良好茶園での根系分布の違いを調査した吉江ら(1941)は、樹齢100年以上で樹勢の異なる実生茶園において、根の掘り取り調査を行い、生育不良の茶園の茶株は生育良好の茶株に比べて、太根の割合が多く、細根の割合が小さいこと、また、浅根化の傾向がみられること、株元から不定根が多く発生していることなどを観察した。また、チャの地上部と地下部が交互に生育することを指摘した。

引き続き戦時中および戦争直後の時代は十分な研究の出来る体制がとれず、再び根の研究への取り組みが開始されるのは戦後の1940年代後半からであった。

Ⅱ期. 1940年代後半~1970年代

この時期は戦後の茶の生産の復興期から拡大期にあたっている。戦後、農林省茶業試験場の他、各府県の茶に関する試験研究体制も急速に充実された。この時期には茶栽培においても、新しい技術の導入が盛んに行われ、樹勢更新法、早期成園化、挿し木繁殖法、品種の普及、除草剤や化学肥料の利用、機械化の推進等に関する研究が進展した。1950年代後半には挿し木による増殖が一般化してきたことから、挿し木発根に関する研究が盛んに行われるようになったが、本格的な根に関する観察、研究はまだ少ない。1960年代以降、徐々に根系形成、根の生理等に関する研究がなされはじめ、根系分布、根の年間生長周期、温度、水分、酸素濃度などに対する生長反応など基本的な根の特性解明が進められた。

まず、原田ら(1957)が根に関する一連の研究をおう盛に進めた。根箱による根の観察が根の生育調査の方法として有効であることを確認し、この方法で根の生長の周期性、品種間差、土壌の種類の影響等を調査した。その結果、品種による違いもあるが、根の生育は8~9月に活発となり、地上部とは交互に生長することを認めた。また、品種により根の分布の深さが異なること、クロボク土での根は褐色土に比べて、やや細いが、白くて長く、分枝も旺盛であるとした。大石ら(1957, 1958)は、樹齢7年の挿し木茶樹の根を株元から幅10cm毎の同心円状に、また、深さは10cmの土層毎に掘り取り調査した結果、深さでは70cmまで、水平方向には

株元から 70cm 以上に分布した。また、細根量は、約 86%が株元から 40cm 以内の距離に分布し、約 90%が深さ 30cm までの土層に分布した。この結果は、挿し木茶樹が必ずしも深根性となっていないことを示すものであった。植垣ら (1957) は、デシケーター内においたカセイソーダ溶液に二酸化炭素を吸収させる方法で根の呼吸量を測定し、品種間差の存在を認めた。原田ら (1958a, 1958b) は、挿し穂を植えた後、気密にしたポットに 4~20%の酸素含量の異なる空気を通気し、挿し穂からの発根およびその後の根の生長を調べた。その結果、根数、根重、最長根長のいずれも酸素含量が高いほど良好であることを認め、チャの根の発生、生長には良好な通気が必要なことを明らかにした。また、挿し穂上の側芽と葉が根の発生、生長に及ぼす影響を調査し、挿し木発根性が芽の存在によって高まることを示した。また、中山ら (1962) はチャの根の発生と生長に及ぼす温度の影響を詳細に検討し、挿し穂からの発根は 25~35℃で良好で、15℃では不良であった。一方、根重は 25, 30℃で優れていた。これらの結果から、挿し穂からの発根・生長の適温は 25~30℃と結論している。さらに、根箱を用いて、幼茶樹での根の生長に及ぼす温度の影響を調べ、10℃以下では生長がほとんど停止すること、20℃で根数、根重とも最も優れるが、25℃以上では根数、根重とも減少し、さらに、35℃では根の発生、生長はきわめて緩慢となることを示した。また、高温下で形成された根は細くて分枝が多く、硬化が早いという特性を認めている。この一連の調査の中では、地上部・地下部の間の生育の周期性は明確ではなく、吉江らの結果とは必ずしも一致していない。これらの研究はポットや根箱に植えられた幼木を対象としており、ほ場条件下での生育とはやや異なると思われる。塩川ら (1962) は、茶園での敷き草の有無が根系分布に及ぼす影響を調べ、枝根 (太・中根) の分布は敷き草を行うことでやや深くなるが、総根重、総細根重ともに敷き草区より無敷き草区のほうが多かったとしており、敷き草が根の生長や分布に及ぼす影響の複雑さを示した。三井ら (1962) は、日長と根の生育との関係を調査し、秋期には長日 (14 時間) 条件より短日 (8 時間) 条件下で旺盛な根の生長を観察した。なお、日長は地上部、地下部の生育周期への影響を通じて根の生長に作用した可能性も指摘した。小杉ら (1963) は、根の分布、量は窒素の影響が最も大きく、無窒素では浅根化し、根重も減少するが、一方、根の活力は無窒素で最も

高く、無リンサンで最も低くなることを認めた。また、大石ら (1964) は、ほ場に移植した 2 年生苗の側面にガラス板を当てて根の生長を観察し、3 月植えでは 6~7 月と 8~9 月に生長の山がみられ、9 月植えでは植え付け直後の 10 月中下旬に生長の山をみとめた。また、3 月植えの苗の 1 年後の新根発生量は地上部重、葉重と高い相関を示した。吉田 (1964) は、茶園に導入され始めた大型の管理機による作業が根の生育に及ぼす影響を調査し、重量機械のうね間走行が土壌を圧縮し、根の破断を生ずる可能性があることを指摘した。宮崎県茶支 (1965) では、やぶきた、さやまみどり、やまとみどり幼木園の土壌断面にガラス板をあてて根の生育を追跡調査し、品種によってやや異なるが、新芽生長が緩慢となった 4, 6, 8 月に生長の山を観察した。また、早生種は 14℃以上、晩生種は 20℃以上で活発に生長するようであった。また、大石 (1966) は、深耕の有無がチャの根の分布に及ぼす影響を調べた結果、深耕茶園の根系は深さ 20cm までに集中的に分布し、無深耕茶園の根系は、根量は比較的少ないが、上層から下層まで平均した分布がみられた。また、ミカンとチャの混植園でのチャの根はミカンの根系の下、すなわち、30cm 以下の土層に多く分布する事を観察し、根の分布領域に樹種による違いがみられるとした。淵之上ら (1967a) は、冬季の耐寒性程度と根の生長、根系分布との関係ならびに幼木の根系改善に関して精力的な検討を行った。一般に、幼木より成木で、また栄養繁殖茶樹より実生茶樹のほうが高い耐寒性を示すことことから、これらの特性と根系形成、分布との関係を調査した。その結果、樹齢に伴って根量が増し、根の分布も深くなること、実生茶樹は挿し木からの茶樹に比べて、太・中根量が多く、深くまで分布することを示し、特に栄養系の幼茶樹での根量増大と深根化対策の重要性を指摘した。また、淵之上ら (1967b) は、鉢植えのチャについて地上部、地下部の生育を調査し、両者が交互に生長すること、根の生長は 4 月以降の平均地温 10~15℃で開始され、その後、平均地温 20℃の時期までおう盛であることを観察した。船越ら (1967, 1968) も耐寒性の異なる多数の品種について、挿し木 1 年目の根の生長と耐寒性との相関を調べた結果、最長根長との間に高い相関を認めた。また、挿し床での根の分布と冬季の青枯れ抵抗性との関係では、10cm 以下の比較的深い土層内の根重との間に高い相関を認めた。1970 年代にはいると、地上部の生育が根の生育の良否に強く

影響されるという認識が高まり、根系形成や分布に関する調査研究が徐々に増えてきた。前原ら (1968) は茶園での敷わら、深耕が根系に及ぼす影響をブロック法により調査し、敷わらは浅根化を伴うが、根量の増加に有効であること、一方、連年深耕は根量の減少、根系の細根化と浅根化を招くことなどを明らかにした。特に、根系形成の面から敷きわらの効果と連年深耕の弊害を具体的に指摘した。静岡県茶試 (1968) では、根系分布に品種間差のあることを認めた。広川ら (1969)、高屋ら (1970, 1971) は、原因不明の立枯症状を呈したチャの根系を調査し、細根の腐敗を伴うこと、細根の腐敗は pH の高い土壌で比較的多いこと、窒素の多肥に起因する亜硝酸ガスによっても生ずることなどを明らかにした。戦後、茶園でも除草剤が使用されるようになったが、根への影響は不明な点が多かった。杉井ら (1971) は、新改植時の混層耕、天地返しは根量の増加、下層への根の分布を促すこと、また、その効果は堆肥施用によってさらに高まることを認めた。吉田ら (1971)、田中 (1973) は、幼木を用いて除草剤の使用が根の生育に及ぼす影響を調べ、薬剤の種類、連用によっては細根量の減少を引き起こすことを明らかにし、株もと付近の散布を避けるよう提言している。青野ら (1972) は幼木園で灌がいを行ったが、1株当たりの根量は無処理区と大差なかった。これは土性の排水不良も一因と考えられる。中山ら (1972) は、冬季にポット内の土壌水分を対最大含水量比 35% の乾燥状態にした場合、根の生育が阻害されることを認めた。神屋ら (1972) は、新・改植に先だって深さ 1m、幅 1m の植え溝深耕を行って粗石れきを埋め込むと、苗植え付け後の土壌理化学性を良好に保ち、根量の増加、深層への根の生長を促すことを認めた。間曾 (1973, 1974) は傾斜約 10, 15 度の茶園での実生と分生茶樹の根系分布を調査し、実生、分生樹のいずれも根は谷側より山側で多く、また、深くまで分布した。また、実生の複条植えの場合、条間部への根の分布はほとんどなかった。傾斜地茶園では、山側が谷側に比べて、地温の差は小さいが、流亡土が堆積して耕土が深くなり、肥料や有機物が堆積しやすく、根系形成を助長していること、また、斜面に沿った弧状あるいは水平せん枝は谷側の根系形成を抑制していることを指摘した。さらに、急傾斜地での実生樹は、株元に崩落して堆積する土壌に圧迫され、その主根は地際部から山側へほぼ直角に湾曲してから、土中に伸びている状態であることを観察した。宮崎県総

合農試 (1973) では、傾斜地茶園で斜面平行せん枝、水平せん枝等を行い、これらが根量の減少を引き起こしていることを指摘した。青野ら (1974) は、幼木期のかんがい、敷きわらが根の生育に及ぼす影響をブロック法により 5 年間にわたって詳細に調査した。それによれば、チャの根は 3 年目で深さ 80cm、水平方向にはうね間中央部にまで達した。その後も年次経過とともに分布範囲を広げつつ、根量を増加し、5 年目には全面にわたって深さ 1 m までの土層が根群でしめられるようになった。5 年目の根量はかんがい区が最も多く、また、敷きわら区では浅根化の傾向がみられた。梁瀬ら (1974) は、ミスト耕装置を利用して地上部、地下部の生長を調べ、苗定植時の細根は、その後に発生する細根とおき代わること、根の伸長は 8~9 月に最も多く、その後も 12 月まで生長を続けること、地上部、地下部が交互に生長すること、地上部せん枝後は新芽の生長が根の生長に先行することなどを観察した。梁瀬ら (1975a) は、赤色光下では細根量の増加と木化根数の減少を生ずることから、光質が地上部だけでなく根の生育にも大きく影響することを明らかにした。梁瀬 (1975b) は、根における耐凍性の獲得について調査したところ、地際部の太・中根の耐凍性は厳寒期に若干の高まるが、細根の耐凍性は全く高まらないことを認めた。梁瀬ら (1976) はチャの根の過湿障害について調査し、細根は滞水 3 日後で外観的な異常が観察され、活力の低下も認められた。さらに 2 週間後には腐敗した。また、太根も 2 週間後には黒変し、ヨードヨードカリ液によるデンプン反応もほとんど消失した。一方、地上部の変化は小さく、過湿による障害は根において大きいことを明らかにした。橘ら (1976) は、水稻根で用いられていた TTC 還元法をチャの根の活力測定に適用し、その有効性を報告した。田代 (1976) は、茶園での深耕が地下部に及ぼす影響を詳しく調査し、うね間のトレンチャー深耕を行うと、深さ 40cm までの各土層で細根量が増加するとともに、総細根量も不耕起の約 2 倍に増加すること、このような根量増加は収量増加を伴うことを明らかにした。従来、経験的には知られていた深耕による根系の改善とこれによる増収効果を処理の方法と関連づけて明らかにした。梁瀬ら (1977) は、根の施肥障害について、ポット試験を実施し、根の生育は窒素施肥量 10kg/10a が最もよく、30kg/10a 以上では施肥量が増すにつれて根系の縮小や根の黒変、さらには根の腐敗を認めた。また、濃度障害は肥料

の形態によっても異なり塩安、硝安は硫酸、尿素に比べて障害を起こしやすいことなどを認めた。これらのことから多肥の弊害を具体的に指摘した。関谷ら(1977)は、8月から11月の各下旬に深耕を行い、細根重は早い時期の処理ほど増加するが、太中根への時期の影響は小さいとした。また、関谷ら(1978)は、地上部の摘採、整枝が根の生育に及ぼす影響を調査し、整枝は太・中根への影響が大きく、摘採回数は細根への影響が大きいとした。野原ら(1978)は、静岡、岐阜の傾斜地茶園地帯で挿し木による品種茶樹および実生の在来茶樹の根群分布を調査した。品種茶樹、実生茶樹にかかわらず、太根、細根ともに山側に多く分布しており、また、山側では幹からの不定根の発生が盛んにみられ二段根の様相を呈した。これらの現象は山側への土壌と肥料分の堆積が起こるため、根の生長が促された結果であるとした。土井ら(1978)は苗の細根量は移植後の初期生育を左右するとした。木村ら(1978)は、立ち枯れ症状を起こした幼茶樹では根が表層に集中しており、太・中根の黒変を観察した。中山ら(1978)は、挿し木苗の発根位置が品種によって異なり、母茎(不定根を発生している茎部分)上部の肥大とこの部位での多量の細根形成がみられる品種は立ち枯れ症状を起こしやすい傾向を認めた。梁瀬(1978)は、10~27℃までの異なる地温下での地上部、地下部の生長の相互関係を調査し、地温の影響は地下部で大きいこと、根の生長は10~20℃の範囲では高温ほど良好であるが、20℃以上では生長は増加せず、27℃では抑制されるした。また、新芽生長期には根の生長適温がやや高まる傾向を示すとした。淵之上(1978)は、秋春の施肥とともに適切な耕耘を励行することは、深根化に有効であるとした。また、前作にゴボウを栽培していた茶園では根の分布が深いことを認めた。青野ら(1979)は、ブロック法によってチャの根群の発達を追跡調査し、成木茶園では株元よりうね間に多くの吸収根が分布すること、栽植後6、7年以降、太・中根は増加するが、細根の増加は停滞し、T/R率は1.5程度で安定する。地上部が整形されるにもかかわらず、地上部、地下部の生育は高い相関を示す。また、かん水区は敷きわら区、無処理区に比べて総じて根群発育が勝ることなど、年次経過、土壌管理による根群への影響を詳細に明らかにした。定植後10年間にわたる調査で、根系形成を明らかにしたものであり、チャの根の研究上最大の労作といえる。また、刈住(1979)は、掘り上げによ

てヤマチャなどの実生の茶樹の根系の外貌を調査した。

以上のように戦後から70年代までの、茶の生産拡大期には、増収、品質向上をめざす新しい栽培技術の開発、確立が活発に行われ、品質向上を目的とする多肥の傾向も強まった。このような状況の中で、収量、品質に対する根の役割が認識されるようになり、根系の実態調査、様々な土壌環境に対する根の生長反応などが盛んに研究されるようになった。これらの成果の中で、梁瀬らの多肥による根の濃度障害の実態解明は強まる多肥傾向に警鐘を鳴らした最初の知見であるが、当時の品質重視の風潮の中でその後しばらくは評価されなかった。また、田代の深耕に関する研究は、当時、評価が確定していなかった深耕・断根処理の効果を、長年にわたる詳細な根の掘り取り調査を行うことにより検証し、この処理が根系改善および収量増に対してきわめて効果的であることを明らかにした。この研究は、積極的な根系管理の先駆的知見となるもので、その後の根の研究の進展に対して大きな刺激を与えた。しかしながら、地下部に対する処理やその後の調査の困難さもあって、多くの研究は、なお特性解明にとどまり、これらの知見を踏まえた根系改善や根の機能改善などを目指す研究への本格的な取り組みは80年代以降となる。

Ⅲ期. 1980年代

80年代は、茶の生産が、拡大期から安定期へと移行していった時期である。この時期は茶の生産技術がさらに高まり、収量、品質とも大幅に向上した。しかし、一方では、機械化、多肥によるコストの上昇、多肥による環境負荷の兆候が現れ始め、また、消費者の健康志向の高まり等がみられ、コストや安全性を考慮しつつ、多収、高品質を目指す必要性が高まってきた。このような情勢の中で、ある意味では地上部の生育、収量、品質を左右するといえる根の生長や機能にも強い関心が払われるようになった。80年代は、これまでの多収、高品質を実現してきた種々の栽培技術が、地上部だけでなく、地下部に及ぼす影響にも目が向けられるようになり、根を含めた全体としてチャの生育、収量、品質が考えられるようになってきたといえよう。青野ら(1980a, 1980b, 1981a, 1981b, 1981c)は、チャの根群形成の特性解明を進めるとともに傾斜地の土壌保全の観点から、チャの根群の土壌保全機能を検証した。荷重計による土壌保持力の大きさは樹齢、根の深さ、根径

と高い正の相関を示すこと、品種間では木化根の分布が深い晩生種が勝ることを認めている。また、在来種が挿し木による品種に比べて勝ること、密植が土壌保持力を高めるのに有効であることなどを明らかにした。また、スギ、ヒノキ等の林木と比較すると、生育初期の根群発達が遅く、茶園造成初期の土壌浸食を引き起こしやすいが、成園化すると密植効果が期待できるとした。梁瀬ら(1980)は、チャの生育に及ぼす、気温と地温の相互影響を検討し、両者の組み合わせで根の生育、形態は著しく変化することを認めた。また、梁瀬ら(1981, 1982, 1983)は、根におけるデンプン蓄積が低地温で促されること、日長は直接に影響しないことを認めた。青野ら(1981d)によれば、混層耕による土壌改良は根の生長、根系分布の拡大に効果的であったが、必ずしも地上部の生育向上にはつながらなかった。このため、混層耕時には有機物の施用や灌漑を行う必要があることを指摘した。山下(1981, 1984)は、新芽の摘採、整せん枝が根の生長や生理機能を大きく阻害していることを検証した。これは、摘採や整枝などの地上部管理が、根に対しても阻害的な影響を及ぼすことをはじめて明らかにしたものである。前田(1981)は、深耕処理が根の生育、新芽収量に及ぼす影響を詳細に調査した。その結果、トレンチャによる深耕は断根を伴うが、その後活発な根の再生を生じること、深耕の深さは時期ほど大きな影響を与えないが、処理が深いほど根の分布は深くなること、また、8月、10月の深耕は1～2年目以降の増収をもたらすが、2月の深耕は必ずしも増収しないことなどを認めた。これらの結果から、黒ボク土壌下の茶園においては、毎年秋に有機物を施し、4～5年毎に9月頃約60cmの深さで耕耘するのが望ましいとした。永井ら(1982)も、せん枝が根の生長を強く抑制することを示した。青野ら(1983a)は、噴霧耕装置を用いて地上部、地下部の生育に対する温度の影響を調べ、地上部、地下部とも地上部温度25℃での乾物重増加が最も大きいことを認めた。青野ら(1983b)は、噴霧耕装置を用いて冬季の地上部温度(5-15℃)、地下部温度(5, 10℃)の相互関係が生育に及ぼす影響を調べ、地下部の生育には地下部温度の影響が大きく、高温で生育が優れることを認めた。青木ら(1983)、土井ら(1984)は、幼木に多発する立ち枯れ症の原因を明らかにするための基礎的な試験を行い、せん枝およびせん枝後の湛水処理あるいは多肥は根の呼吸速度の低下や根の褐変壊死を引

き起こすこと、およびその品種間差を認め、立ち枯れ症状との関連を指摘した。また、鳥屋尾ら(1984)は、幼木の地際部にみられる母茎からの細根発生とそれに伴う母茎の肥大には、品種間差が認められ、立ち枯れ症の発生し易さと相関が高いとした。チャの立ち枯れ症と根の生育との関係については中山ら(1985)による集大成がある。松浦ら(1984)は、地下部だけを低温処理した場合の、根の低温障害について検討した結果、0℃から-8℃まで低温ほど被害率が高まり、品種間差は小さいことを認めた。佐波ら(1984)は、ニューマン法に基づく自動根長測定器の精度を検討し、茶の根の根長測定に適用した。山下(1984a, 1984b, 1985a, 1985b, 1985c, 1985d, 1986a, 1986b, 1986c, 1986d, 1987, 1988, 1989)は根の生育特性、根系更新に関する一連の研究を進めた。まず、根の年輪を指標とする根のエージ別分級法を考え、これを用いて白色根と木化根の機能分担および経年的な根系形成を解析した。また、断根処理による根の更新のメカニズムを検討した。その後、断根後の根の再生に伴って樹体内成分の代謝が変化すること、断根強度や時期によって再生経過が異なり、茶樹の雨落ち部の土壌を9月下旬に深耕・断根処理した場合に根が最もおう盛に再生すること、断根時に土壌中の窒素濃度が高いとその後の再生がおう盛なこと、葉や新芽の存在は断根後の根の再生を促すこと、新根形成におよぼす数種ホルモンの影響などを明らかにした。また、土壌硬度は根の生長を規制し、山中式硬度計で22mm以上の硬度では根は生長できないが、限界硬度を超えない範囲では硬度の増大による根の生長抑制は小さいこと、クロボク、シラス、赤色土などの土壌の種類によって白色根と木化根のバランスや根量が変化すること、成木茶樹における白色根の生長は秋期に最もおう盛となり、冬期には木化根重が増加すること、さらに、新芽生育期の春夏期には白色根の生長は緩慢となり、根の生長は明確な周期性を示すこと等、根の生長に関する一連の研究を進めた。これらの成果は茶樹の合理的栽培管理のための基礎的知見となった。また、深耕に伴う断根は短期的には根系の生育、機能を阻害するが、長期的には根系の改善に有効であり、地上部の収量、品質の改善につながることを実証した。これらの研究成果は、根が地上部の生育、収量、品質に及ぼす影響の大きさを明らかにするとともに、その後の、根の生長、機能の制御を目指す研究に道を開いた。矢野ら(1985)は寒干害の発生と細根群形成との関係

を調査し、多量の細根が深い土層まで分布することが、高い抵抗性につながっており、品種、栽培技術によって根系の改善を図ることが寒干害防止・軽減に有効であるとした。茶試・栽培部・茶樹第1研(1985)では、せん枝や湛水処理が根の呼吸速度を低下させること、このような呼吸活性の低下は新芽の生長を阻害することを認めた。小泉ら(1986)は、ユーロピウム(Eu)、臭素(Br)による放射化分析法を初めてチャに適用し、茶園での根の活力分布を調査した。根の活力は株元>雨落ち部>株下>うね間の順に弱く、施肥の影響が伺われた。青木(1986)は、せん枝が細根の呼吸活性に及ぼす影響を、酸素電極装置を用いて検討した。せん枝による呼吸速度の低下は5~7月処理の場合に大きく、11~3月の処理ではほとんど低下しないこと、呼吸速度低下の程度はせん枝の強さに依存すること等を明らかにした。また、処理による呼吸速度の低下の程度には品種間差が見られること、せん枝時の温度にも影響されるこ

とを明らかにした。佐波ら(1989)は、年間0, 1, 3回の深耕を行って根の再生と収量に及ぼす影響を検討した。1回深耕区の根の再生が最も良好であったが、一、二番茶の収量は無処理と同等であったことから、断根後の根の生育の良否が収量には必ずしも結びつかないとした。

以上のように、この時期には青野、前田、山下らのように、多大の労力を費やして栄養繁殖茶樹の根系形成特性を詳細に調べあげ、これらの知見に基づいて、根系の土壤保全機能や根系更新に関する研究を行った。また、この時期盛んに新改植が行われたが、幼木期の立ち枯れ症が問題となり、その原因解明が根の分野からも進められた。さらに、この時期には自動根長測定装置、放射化分析手法や酸素電極の適用など新しい根の調査方法が検討された。これらの研究結果から、地上部の生育、収量、品質への根の役割が徐々に解明され、積極的な根系の生育改善の意義・必要性が認識されてきた。(続くIV期1990年代と参考文献一覧は次号へ掲載)。

Title: Historical outline of researches in Japan on growth of roots and formation of root systems in tea plants (1).

Author: Masataka YAMASHITA