

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2)

山下正隆

九州農業試験場総合研究部

要旨: 前回に引き続き, IV期 1990年代の業績および参考文献を紹介する。

IV期. 1990年代

90年代は, 需要の高まりが一段落し, 茶の生産は拡大期から安定期に移行した時期である。さらに, この時期には, 生産コストへの意識, 環境保全への認識が高まり, これまでの増収, 品質向上最優先の考え方から, 効率的な茶園管理法, 環境保全的な施肥法や病害虫防除法などを検討する動きに変わってきた。このような状況の中で, チャの生育, 収量, 品質に対する根の重要性が認識され, 多様な栽培条件下での根系の実態, 根の生長や生理機能が盛んに研究されるようになった。

鳥丸ら(1990)は, 耐寒性と根群形態との関係を検討した。定植2年目の幼茶樹の根群を調査した結果, 耐寒性の強いさやまかおり, こまかげは木化根重が多く, 細根が深くまで分布する傾向を認めた。岡島(1990)は, 茶園での深さ60cmの土層に通気パイプを敷設して強制通気を行った。その結果, 細根量の顕著な増加は見られなかったが, 深層への分布が増加し, 高い増収効果が認められた。山下(1991)は, 熱収支理論に基づいて開発された, 茎に取り付けて非破壊的に連続測定できる茎蒸散流量測定装置を用いて, 強弱の断根処理による水分吸収の変化を調査した。その結果, 茎蒸散流量は断根強度に応じた変動を示したことから, この方法が根系の非破壊的な活力評価手法となりうることを認めた。佐波ら(1991)は, 厚さ約2cmの薄型根箱が半年程度の短期間の根の生育調査には有効であることを報告した。鳥丸ら(1992)は, 耐寒性と根群形成特性との関係を定植4年目の茶樹について調査した。その結果, 耐寒性の強い, さやまみどり, こまかげの根群は, 2年目同様, 表層での木化根が多く, 深根性であることを認めた。谷田(1992)は, 挿し木苗の根はほぼ水平方向に伸長するのに対し,

挿し穂を発根した実生苗に接ぎ木すると, その根は下方あるいは斜め下方に伸長することを認めた。山下(1994)は茶園で40cmの深さに通気パイプ(自然換気方式)を埋設すると, 秋冬期の深層地温が高めに維持されること, 冬季の光合成能力が高まること, 深さ20~40cmの土層での根の活力が著しく改善されることなどを認めた。小野ら(1994)は, 細根分布調査のためのトレンチ法を簡便化し, 断面に現れた細根数を縦横5cmのマスキ目毎に計数し, マスキ目毎に点で図示することにより, 細根分布を視覚的に把握できるようにした。これを改良トレンチ法と称した。岡野ら(1994)は, 太さ別に分級した根の呼吸速度, 窒素吸収速度, 遊離アミノ酸含量, 全可利用炭水化物含量を調べ, 白色根は重量比で根系の約30%であるが, 窒素吸収の多くを担っていること, エージの進んだ木化根は貯蔵器官として機能しているとした。忠谷ら(1994)は, 根系の改善を目的として接ぎ木を試み, 根の生育は台木の影響を受けること, 接ぎ木による根系改善効果は, 植え付け時の植え溝深耕, 緩効性肥料の深層施用によって, さらに高まること等を認めた。山下(1995)は, チャの根の非破壊的な活力診断手法としてユーロピウムを用いた放射化分析法が有効であることを確認し, 手法の標準化を試みた。さらに, 成木園において深耕・断根処理を行い, 断根処理による根系の更新効果を放射化分析の手法および直径15cm, 深さ25cmのステンレスチール製網かごであるルートトラップを用いて確認した。田口ら(1995)は, 緩効性肥料を用いることによって, 窒素施用量は多肥区に比べて21%減となっただけでなく, 根量が増加し, 収量, 品質も高まることを認めた。橘ら(1995a, 1995b)は, 基準を遙かに越える超多肥茶園での根の生育実態を調査し, 多肥条件下では, 土

壤が強酸性化し、特に表層やうね間土層に健全な根が存在しなくなっていること、しかし、減肥を行うことによって、各土層で健全な根の量が増加することを認めた。従来から多肥による根への悪影響は懸念されていたが、具体的な研究データは少なかった。この研究は、多肥がチャの生育に対しては障害となっていることを、詳細な調査により明らかにしたものである。間曾(1995)、黒木ら(1995)は、挿し木苗を直径6~8cm、深さ15cmのペーパーポットで育苗することにより、根が垂直方向へ誘導されることを認めた。山下ら(1996)は、1994年夏の干ばつがチャの根に及ぼす影響を放射化分析によって解析し、地上部に被害を生じた茶樹は同時に根の活力の低下も生じており、その低下の度合いは地上部の被害度、翌年一番茶の減収程度とよく一致することを認めた。下門ら(1997)は、成木茶樹6品種の細根分布を改良トレンチ法により調査し、品種間差異を認めた。山下(1997a, 1997b)は、茶園での断根処理による根系更新が一番茶だけでなく、三番茶の収量、品質の向上につながることを明らかにした。これらの結果は幼木を用いた基礎試験によって得られた結果とほぼ一致するものであった。このようにほ場レベルにおいて根系の改善が直接、収量や品質の向上に結びつくことを示したことは、永年性作物の根の研究においては画期的な成果の一つである。中村(1997)は、ペーパーポット苗の根系形成を調べ、ポット直径が大きいほど、またポットが深いほどポット内の根重が多くなること、定植時の断根の程度が小さいほど、その後の地上部の生育が優れることを認めた。山下(1997c, 2000)は、茶園のうね間でのコアサンプラーによる根の掘り取りを簡便・迅速に行うため、動力式円筒打ち抜き装置を開発した。山下(1997d)は、挿し木による茶樹の根系分布が浅くなる現象について検討し、種子根と不定根あるいは側根(分枝根)の間で伸長方向に差異があることを認めた。また、これと関連して、重力感受器官である不定根、側根(分枝根)先端の根冠細胞内アミロプラストは、種子根根冠細胞内のアミロプラストに比べて小さく、その出現、消失は植物体の栄養状態に依存することを観察した。山下(1998)は、挿し木苗に形成される不定根は品種によって伸長角度に大きな差異があることを明らかにした。我が国における緑茶品種の多くについて、挿し穂から発生する不定根は鉛直方向に対する伸長角度が大きく、浅根性を示した。

これに比べて、アッサム種の中には不定根の伸長角度が小さく、深根性を示すものがみられた。これらの知見は、チャの根系育種の指針となり得るものである。中村(1998)は、挿し木苗の根系分布を11品種について調査し、水平および垂直方向への広がりについて品種間差を認め、地上部の樹勢、樹姿とも対応すると考えた。本間ら(1998)は、根に障害を与えた後の影響を地上から誘導した電位で検出できることを明らかにした。これは、生体電位の変化を測定することで非破壊的に根の状態を知る画期的な方法である。松尾(1998)は、農家茶園の調査から、干ばつの影響が軽かった茶園の根群域は深さ60cm以上であることを指摘した。内村ら(1998)は、茶園での深層施肥、酸度矯正が細根量の増加、深層への分布の増加を促し、根の活力を高めるのに有効であることを認めた。中村(1999, 2000)は、苗の深根化に有効とされる無底ペーパーポットによる育苗では、ポット外へ生長した根が定植時に断根されることが植え傷みの原因になる。ポットを設置したコンテナを地面から20cm離しておくことで、ポット外への根の伸長を防止することが出来るとした。後藤(2000)は、2年生のポット苗は慣行の夏挿し苗に比べて、定植後の初期生育が優れ、細根量が多いことを認めた。阿南ら(2000)は、異なる濃度の硫酸溶液にチャの根を浸せきした後、根の遊離アミノ酸、ショ糖含量を測定すると、浸せき時間が長くなるにつれてアミノ酸組成が変化することを認めた。このような根のアミノ酸組成の変化は根圏環境の状態を把握する手段になりうるとした。

以上のように、この時期は、効率的、環境保全的な茶園管理の推進をめざした根の生育、機能に関する研究が盛んになった。その結果、幼木期の環境ストレス耐性の向上や養分吸収効率改善を目的とした深型ペーパーポット利用の育苗など深根化を目指す実用技術研究、不定根の伸長方向を決定するメカニズムに関する基礎的研究、非破壊的に根の活性を評価するための電気生理学的な手法や茎蒸散流測定手法の検討、また、薄型根箱や改良トレンチ法、ルートトラップ法、動力式のコアサンプリング装置の考案など簡便な調査研究手法の開発などが進められた。これらの研究を通じて、根の生育、機能を活用した生育、収量、品質の向上が図られ、さらに、根の調査の簡便化、標準化も進んできた。今後の茶業においては、気候変動や環境保全、農作物の安全性等への対応を迫られる状況下で、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。これらの目標を達成するためには地上部だけでなく地下部、すなわち根の生育・機能、根系形成特性、根を取り巻く好適な根圏環境等の解明とその制御法の確立が急がれる。

むすび

本稿では、年代的に研究の流れを紹介した。分野別の記述も考えたが、取り上げられる研究テーマは、研究の萌芽、新技術模索、品質重視、環境保全など茶生産を取り巻く時代的な状況を反映していると考えられる。その意味で、単なる研究課題だけでなく、そのテーマが取り上げられた背景を感じていただければと考えた次第である。ここで取り上げた成果の他にも、チャの根の研究については、論文等の形で公表されなかったものも数多くあるであろう。当然ながら、根の研究には多大の時間と労力を要するため、反復が難しく、そのため信頼性のあるデータになりにくい。また、以前には調査手法が標準化されていなかったということもあり、年次や場所の異なるデータ相互間の客観的比較が難しかったというような事情もある。しかし、今回まとめてみると、作物としてはマイナーであるにもかかわらず、根に関する研究業績はすでに戦前から発表されており、多くの先達の努力が偲ばれた。特に、ここ15年間では年間平均25課題を越える根関連研究が全国の国・公立試験場での試験成績概要書の形で発表されている。今後、これらが研究論文にまとめられることを期待したい。さらに、ここで紹介したチャ分野での研究が、他分野での根研究進展の一助となれば幸いである。

なお、本稿のとりまとめにあたっては万全を期したつもりではありますが、文献の見落としなどもあろうかと思えます。お気づきの方はぜひ著者までご一報いただければ幸いです。

参考文献

- 阿南豊正, 佐波哲次, 本間知夫, 松尾喜義 2000. 茶樹の根圏環境の違いによる樹液および根の化学成分含量の差異. 九農研 62:36.
- 青木 智, 鳥屋尾忠之 1983. 強せん枝による茶樹細根の呼吸低下. 茶研報 58:1-6.
- 青木 智 1986. せん枝による茶樹細根の呼吸速度低下の季節的変動. 日作紀 55:244-251.
- 青野英也, 田中静夫, 築瀬好充 1972. 幼茶樹園における灌がいと根群の発育. 茶技協講要 2月:4.
- 青野英也, 築瀬好充, 田中静夫 1974. チャの根群の発育. 茶技協講要 2月:21.
- 青野英也, 築瀬好充, 田中静夫 1979. チャの根群の発育と管理条件の影響. 茶技研 56:10-29.
- 青野英也, 築瀬好充, 田中静夫 1980a. 根群の土壌保持力に及ぼすチャと林木の差異. 茶技研 59:10-14.
- 青野英也, 築瀬好充, 田中静夫 1980b. チャの根群の発達とその土地保全機能. 茶試研報 16:191-317.
- 青野英也, 築瀬好充, 田中静夫 1981a. 茶樹の根群の発達と土壌保全機能 第1報 樹齢の推移に伴う茶樹の根群の発達と分布. 日作紀 50:157-163.
- 青野英也, 築瀬好充, 田中静夫 1981b. 茶樹の根群の発達と土壌保全機能 第2報 茶樹の根群の形質と土壌保持力. 日作紀 50:164-168.
- 青野英也, 築瀬好充, 田中静夫 1981c. 茶樹の根群の発達と土壌保全機能 第3報 根群の土壌保持力の品種, 栽培密度, 土壌水分による差異. 日作紀 50:186-190.
- 青野英也, 築瀬好充, 田中静夫 1981d. 茶樹の根群の発達と土壌保全機能 第4報 土層改良, かんがいと根の発達. 日作紀 50:276-281.
- 青野英也, 酒井慎介, 田中静夫, 永田忠博, 築瀬好充 1983a. 地上部の温度条件が茶樹の生育および体内成分の消長に及ぼす影響. 茶技研 65:13-24.
- 青野英也, 酒井慎介, 田中静夫, 永田忠博, 築瀬好充 1983b. 冬季の気温, 地温の相互関係と茶樹の生育および体内養分の消長. 茶技研 64:1-14.
- 青野英也, 酒井慎介, 山下正隆, 石垣幸三 1986. チャの根の発育, 生理に関する研究史的解説. 茶技研 69:1-16.
- 茶試, 栽培部, 茶樹第1研 1985. せん枝に伴う根の呼吸基質の消長及び葉の機能との相互作用の解析. 茶, 桑葉の計画生産のための再生長制御に関する研究資料 12-13.
- 忠谷浩司, 志和将一 1994. 'あさつゆ'の初期生育に対する接ぎ木および定植時の植え溝処理の効果. 茶研報 79(別冊):28-29.
- 土井芳憲, 中山 仰 1978. 移植茶樹の再生長に及ぼす細根の効果. 茶技研 54:1-5.
- 土井芳憲, 鳥屋尾忠之, 青木 智 1984. 強せん枝および灌水処理によるチャの根の褐変壊死の発生. 茶研報 59:7-12.
- 淵之上弘子, 八木 勇 1967a. 茶樹の根の形状について. 茶技協講要 3月:3-4.
- 淵之上弘子, 八木 勇 1967b. 茶樹の営利栽培北限地帯における生育生理に関する研究 第9報 幼茶樹の年間生育様相. 日作紀 36(2):278-279.

- 淵之上弘子 1978. 施肥, 耕耘の方法が根の分布状態に及ぼす影響. 創立 50 周年記念埼玉県茶試験成績集録 140.
- 船越昭治, 淵之上康元 1967. 耐寒性茶樹の特性に関する研究 (第 1 報). 育種学雑誌 17(別 1):138-139.
- 船越昭治, 淵之上康元 1968. 耐寒性茶樹の特性に関する研究 (第 2 報). 育種学雑誌 18(別 1):133-134.
- 後藤昇一 2000. チャのペーパーポット苗における定植後の初期生育と根系分布. 根の研究 9(2):103.
- 原田重雄, 渡辺 明, 三井 稔 1957. 根箱による茶の根系調査について. 茶技研 16:1-4.
- 原田重雄, 中山 仰 1958a. 土壌中の酸素含量が茶樹の生育に及ぼす影響 (第 1 報) チャの挿し木の発根および根の生育に及ぼす影響. 茶技研 18:13-16.
- 原田重雄, 中山仰 1958b. 茶さし穂の側芽が根の発生と生長に及ぼす影響. 茶技研 19:1-4.
- 広川 敢, 高屋茂雄 1969. 茶の立枯症状に関する研究 (第 3 報) 生育不良茶園における細根の分布と腐敗状況ならびに土壌の物理性. 茶研報 30:18-25.
- 本間知夫, 松尾喜義, 阿南豊正 1998. 茶樹根系への障害処理による生体電位変化. 茶研報 87(別):50-51.
- 刈住 昇 1979. 樹木根系図説 pp.203-206. 誠文堂新光社, 東京.
- 木村政美, 大石貞男, 鈴木幸隆, 日高 保, 此本晴夫 1978. 静岡県におけるチャの立枯性症状. 静岡県茶試験報 9:11-31.
- 小泉 豊, 渋谷政夫 1986. 茶園における根の活力の分布. 土肥誌講要 31:78.
- 小杉貞夫, 井狩寅三郎 1963. 三要素が三方原地方の茶樹に及ぼす影響 (第 1 報) 地下部に及ぼす影響. 茶技協講要 3 月:31.
- 神屋勇雄, 坂田寿生, 青木彦二 1972. 溝式深耕法と埋込材料について. 茶研報 37:32-39.
- 黒木高幸, 間曾龍一 1995. 茶樹のペーパーポット挿し木苗利用による根群拡大法. 九農研 57:36.
- 前田嘉久美 1981. トレンチャ利用による茶園の深耕. 宮崎総農試研報 15:33-61.
- 前原三利, 平田三千男, 袴田勝弘, 江崎 進 1969. 茶園における敷きわら, 深耕, 塩基施用の効果 第 6 報 根系に及ぼす影響. 九農研 31:115-116.
- 間曾龍一 1973. 傾斜地の根の分布状態について. 茶技協講要 2 月:12.
- 間曾龍一 1974. 傾斜地茶園の根の分布状況について. 茶技協講要 2 月:20.
- 間曾龍一 1995. ペーパーポット利用による育苗と定植法. 茶研報 82(別):26-27.
- 松尾喜義 1998. 茶樹の生育, 収量と根群域の深さについて. 茶研報 87(別):52-53.
- 松浦健雄, 山本淳史 1984. 根の低温障害の品種間差異について. 茶研報 61:55.
- 三井 稔, 原田重雄 1962. 日長が茶品種の根の生育に及ぼす影響. 茶技協講要 11 月:21.
- 宮崎安貞 1978. 日本農書全集 第 13 巻 農業全書. 農産漁村文化協会, 東京 13:78-91.
- 宮崎県茶支 1965. 暖地幼茶樹の根の生育調査. 宮崎県茶支試験成績書 108-123.
- 宮崎県総合農試 1973. 傾斜地茶園の根系調査. 栽培部高冷地科茶樹試験成績書 26-38.
- 永井 衛, 小柳津 勤 1982. 茶樹の生育に及ぼす土壌水分とせん枝の影響. 日作東海支部研究梗概 94:1-5.
- 中村順行 1997. ペーパーポット苗におけるポット内根重比率と断根が定植後の生育に及ぼす影響. 茶研報 85(別):48-49.
- 中村順行 1998. チャ挿し木苗の根系分布の品種間差異. 茶研報 87(別):34-35.
- 中村順行 1999. コンテナ内育苗によるペーパーポット苗の根群域. 茶研報 87:77-80.
- 中村順行 2000. チャのコンテナ内ペーパーポット育苗-ポットの深さとコンテナの置床方法が挿し木苗の生育に及ぼす影響. 茶研報 88:57-66.
- 中山 仰, 原田重雄 1962. 温度と茶樹の生育に関する研究. 茶試研報 1:1-40.
- 中山 仰, 原田重雄 1972. 幼茶樹の生育に及ぼす冬季土壌水分の影響. 茶技研 44:1-7.
- 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発根部の肥大現象. 茶研報 48:16-22.
- 中山 仰, 石垣幸三, 青野英也, 鳥屋尾忠之 1985. 果樹園における生理生涯の解明と対策技術の確立-チャの生理障害と対策. 農林水産技術会議事務局編, 研究成果 172:113-129.
- 野原定夫, 石垣和義, 木村政美, 鈴木幸隆, 青野英也, 築瀬好充, 田中静夫 1978. 傾斜地茶園の根群分布, 農林漁業における環境保全技術に関する総合研究成績書 (第 1 集) 地域生態系の実態解析 431-436.
- 大石貞男, 岡村武史 1957. 茶樹の根系について. 茶技協講要 10 月:26.
- 大石貞男, 岡村武史 1958. 茶樹の根系調査. 農業技術 13(1):27-28.
- 大石貞男, 日高 保 1964. 植え付け苗の新根の発達についての二, 三の考察. 茶技協講要 3 月:4.

- 大石貞男 1966. 茶の根系について. 茶技協講要 3 月:9.
- 岡井仁志, 岩崎 長, 吉田輝久, 平野正史 1985. チャの栽培における元出し, 元寄せが枝条の生育に及ぼす影響. 茶研報 62:9-13.
- 岡島量男 1990. 茶園における土壌深層への強制通気の効果. 九農研 52:70.
- 岡野邦夫, 大前 英 1994. 太さ別に分級した茶樹根の生理機能の量的評価. 茶研報 79(別冊):10-11.
- 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の観察. 茶研報 79:15-18.
- 佐波哲次, 青野英也, 田中静夫 1984. 自動根長測定器 (Root length scanner) によるチャの根長の測定. 茶技協講要 59:69.
- 佐波哲次, 松尾健二郎, 渡辺利通, 田中静夫 1989. 深耕回数の違いが茶樹の生育に及ぼす影響. 茶研報 70(別冊):21.
- 佐波哲次, 伊藤清次郎 1991. 根箱観察による根群の発達過程について. 茶研報 74(別):44-45.
- 関谷直正, 山下正隆, 田中静夫 1977. 深耕に伴う断根処理が秋, 冬期の乾物生産および同化産物の消長に及ぼす影響. 茶技研 53:33-42.
- 関谷直正, 山下正隆, 田中静夫 1978. 摘採回数および整枝時期が秋冬季の茶樹の乾物生産および炭水化物蓄積に及ぼす影響. 茶技研 55:13-27.
- 志村 喬 1939. 茶樹の根に関する研究 (予報). 日作紀 11:50-72.
- 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.
- 塩川常夫, 太東正美 1962. 敷き草が茶樹の根群に及ぼす影響についての調査. 茶業技術 12:4-6.
- 静岡県茶試 1968. 品種根系の比較. 静岡県茶試試験成績書 26.
- 杉井四郎, 青野英也, 田中静夫, 築瀬好充, 古川茂, 池ヶ谷賢次郎 1971. 改植時における茶園の土層処理およびその後の肥培方法に関する研究. 茶試研報 7:58-94.
- 橋 尚, 中山 仰 1976. TTC および α -ナフチルアミンによる茶樹根の活力測定法ならびにその応用. 茶研報 44:14-18.
- 橋 尚明, 吉川重彦, 池田勝彦 1995a. 茶園における多肥栽培の実態と土壌の酸性化および根の生長阻害. 日作紀 64:509-515.
- 橋 尚明, 吉川重彦, 池田勝彦 1995b. 多肥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 64:516-522.
- 田口義広, 米山誠一 1995. 緩効性肥料を利用した茶園の施用窒素量削減の試み. 茶研報 81:17-24.
- 高橋 薫, 石間 尚 1938. 茶樹の生育と之に伴う養分の吸収について. 静岡県茶試研報 14:1-29.
- 高屋茂雄, 広川 敢 1970. 茶の立ち枯れ症状に関する研究 (第4報) 愛知県西尾市における茶園土壌の pH の動向および茶の細根の腐敗. 茶技研 40:41-53.
- 高屋茂雄, 青野英也 1971. 亜硝酸による茶樹切断細根の褐変と二, 三の土壌条件. 茶研報 36:12-18.
- 田中静夫 1973. 茶の根の発育に及ぼす除草剤の影響. 茶技協講要 2月:13.
- 田代善次郎 1976. 茶園のトレンチャー深耕 第2報. 茶技協講要 10月:9.
- 鳥丸萩夫, 淵之上康元 1990. 緑茶用主要品種の特性について (第3報) 耐寒性品種 'さやまかおり' と 'こまかげ' の定植2年目における根群形態の特異について (第I群). 茶研報 71:1-12.
- 鳥丸萩夫, 淵之上康元 1992. 緑茶用主要品種の特性について (第6報) 耐寒性品種 'さやまかおり' と 'こまかげ' の定植4年目における根群形態の特異について (第I群). 茶研報 76(別):18-19.
- 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生性. 茶研報 59:13-18.
- 内村浩二, 加治俊幸, 寿江島久美子 1998. 深層施肥および酸度矯正が茶樹根の分布, 活力に及ぼす影響. 茶研報 87(別):94-95.
- 植垣敬士, 松岡恒雄, 福島敬一 1957. 茶樹根群における呼吸作用について. 茶研報 10:24-27.
- 谷田 穂 1992. 主根を持つ 'やぶきた' 接木苗の生育特性. 茶研報 76(別):28-29.
- 山下正隆 1981. 茶樹の根系に関する栽培学的研究 第1報 摘採が根の生育および機能に及ぼす影響. 日作九支報 48:27-30.
- 山下正隆 1984a. 茶樹の根系に関する栽培学的研究 第2報 根のエージ別分級法による根群の解析. 日作紀 53:139-144.
- 山下正隆 1984b. 茶樹の根系に関する栽培学的研究 第4報 摘採およびせん枝が地下部の生育に及ぼす影響. 日作九支報 51:35-38.
- 山下正隆 1985a. 茶樹の根系に関する栽培学的研究 第3報 断根後の再生と白色根の機能. 日作紀 54:337-345.
- 山下正隆 1985b. 茶樹の根系に関する栽培学的研究 第7報 断根後の根の再生に及ぼす施肥の効果. 日作紀 54(2):52-53.
- 山下正隆 1985c. 茶樹の根の生長に及ぼす土壌硬度の影響. 日作九支報 52:66-69.
- 山下正隆 1985d. 茶樹の根における生長の周期性. 茶技研 67:5-12.

- 山下正隆 1986a. 茶樹の根系に関する栽培学的研究
第5報 断根後の根の再生とそれに伴う炭水化物、
アミノ酸および窒素含有量の変化. 日作紀
55:533-541.
- 山下正隆 1986b. 茶樹の根群に関する栽培学的研究
第8報 根の再生に及ぼす断根時期の影響. 日作
九支報 53:91-95.
- 山下正隆 1986c. 土壌の種類が茶樹の根の生育と機
能に及ぼす影響. 茶技研 69:23-27.
- 山下正隆 1986d. 茶樹における断根後の根の再生に
及ぼす土壌の種類の影響. 茶技研 69:28-34.
- 山下正隆 1987. 日作紀 56(2):125-126.
- 山下正隆 1988. 茶樹の根系に関する栽培学的研究
第6報 断根強度が根の再生に及ぼす影響. 日作
紀 57:48-52.
- 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. 野菜茶試報 D2:29-117.
- 山下正隆 1991. 茶樹の根系に関する栽培学的研究
第11報 根の吸水力の違いが蒸散流量に及ぼす
影響. 日作紀 60(別2):69-70.
- 山下正隆 1994. 茶園における土壌通気が断根後の根
の再生に及ぼす影響. 日作九支報 60:30-32.
- 山下正隆 1995. 成木茶樹に対する断根処理が根群の
再生および活力に及ぼす影響 (英文). 日作紀
64:740-746.
- 山下正隆, 武弓利雄, 佐波哲次, 釘本和仁, 野中一
弥 1996. '94年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.
- 山下正隆 1997a. 成木茶園における断根処理が一番
茶の新芽生育および収量に及ぼす影響. 日作紀
66:229-234.
- 山下正隆 1997b. 成木茶園における断根処理が二,
三番茶の新芽生育および収量に及ぼす影響. 日作
紀 66:381-385.
- 山下正隆, 武弓利雄, 佐波哲次 1997c. 茶樹根系調
査用の動力式円筒打ち抜き装置. 日作紀 66:327-
328.
- 山下正隆 1997d. チャの根の生長における重力屈性
反応. 日作紀 66:472-478.
- 山下正隆 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.
- 山下正隆 2000. 茶樹根系調査用の動力式円筒打ち抜
き装置の改良. 根の研究 9:107.
- 築瀬好充 1974. ミストボックスを利用した茶樹の地
上部と地下部の生長周期の観察. 茶研報 41:12-
15.
- 築瀬好充, 田中静夫 1975a. 光質と茶樹の地上部お
よび地下部の発育. 茶技協講要 2月:30.
- 築瀬好充 1975b. 茶樹の器官による耐凍性の差異と
その時期的変化. 茶研報 42:19-24.
- 築瀬好充, 安部秀雄 1976. 茶樹の過湿障害について.
茶技協講要 2月:6.
- 築瀬好充, 藤沢光男 1977. 茶樹根の施肥障害に関す
る研究 第1報 施肥障害の発生様態. 茶技協講
要 2月:28, 29.
- 築瀬好充 1978. 地温がチャの地上部と地下部の生長
に及ぼす影響. 日作紀 47(別1):71-72.
- 築瀬好充, 青野英也 1980. チャの生長に及ぼす気温
と地温の相互影響. 日作紀 49(別2):131-132.
- 築瀬好充, 酒井慎介, 永田忠博 1981. 気温と地温の
相互関係が茶樹の根内デンプンの消長と翌年の再
生産に及ぼす影響. 日作紀 50(別2):85-86.
- 築瀬好充, 酒井慎介, 永田忠博, 田中静夫, 青野英
也 1982. 気温, 地温および日長の相互作用が秋
冬期茶樹炭水化物の蓄積に及ぼす影響. 日作紀
51(別1):179-180.
- 矢野 清, 常包一明, 安部秀雄 1985. 北面傾斜地に
おけるチャの細根分布と寒干害の発生. 茶研報
61:57.
- 吉田三郎 1964. 大型機械作業が茶園の根系に及ぼし
た影響について (関東ロームにおける). 茶技協
講要 3月:5.
- 吉田三郎, 田中勝夫 1971. 茶園雑草防除に関する研
究 第8報 除草剤における株際防除時の根減輕
減に対するN施用効果 その1 (細根量). 日作
九州支部会誌 35:28-29.
- 吉江修司, 加賀野井 茂 1941. 山城地方における荒
廃茶園に関する研究 (第四報) 茶樹の根群に就い
て. 茶業組合創立50周年記念論文集第四輯第二
編 1-29.

Title: Historical outline of researches in Japan on growth of roots and formation of root systems in tea plants (2).

Author: Masataka YAMASHITA