

氏 名 (本 国 籍)	鈴 木 利 和 (静岡県)
学 位 の 種 類	博士 (農学)
学 位 記 番 号	農博甲第 6 2 7 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 2 6 年 3 月 1 3 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 3 条第 1 項該当
研 究 科 及 び 専 攻	連合農学研究科 生物資源科学専攻
研究指導を受けた大学	静岡大学
学 位 論 文 題 目	チャの生産性に及ぼす炭水化物の動態に関する研究
審 査 委 員 会	主査 岐阜大学 教 授 小 山 博 之 副査 静岡大学 教 授 森 田 明 雄 副査 岐阜大学 教 授 鈴 木 徹 副査 静岡大学 助 教 一 家 崇 志

論 文 の 内 容 の 要 旨

植物の生育は光合成活性と密接に関係しており、多くの作物では、生産性を向上するため、光合成能の向上や光合成の結果としての乾物生産の増加を目的とした研究が行われている。一方、チャにおいても、これまで光合成特性や樹体内炭水化物の分配に関する研究が精力的に行われてきたが、光合成速度や炭水化物含量と新芽生産性との関係を成木園レベルで検討した研究はほとんど行われていない。本研究は、チャの栽培技術の改善と多収性品種の育成を目的として、ポット栽培および成木園チャ樹を用いて、光合成により生成した炭水化物の樹体内での動態と一番茶の生産性との関係を明らかにしたものであり、得られた知見は以下のとおりである。

最初にチャの樹体内デンプンの簡易定量法としてヨウ素法を開発した。本法における適切な熱水抽出時間および測定波長を明らかにした。ヨウ素法の測定値と対照法（過塩素酸抽出・フェノール硫酸法）の測定値との間に高い相関関係が認められ、特に枝、根などのデンプン含量の高い試料でヨウ素法の有効性が確認できた。また、ヨウ素法は対照法と比較して、分析時間が約 1/3 に短縮され、コストは 1/90 に削減された。

次に、光環境条件がチャに及ぼす影響を明らかにするため、光強度、光質、明期の異なる条件下でのチャの生育、形態、光合成能、炭水化物の分配および窒素代謝を調査した。その結果、光強度や明期の減少に伴って、新芽生育量や光合成能が低下する一方で、新芽の遊離アミノ酸含量が大幅に増加することを明らかにした。同時に葉、枝および根の貯蔵炭水化物が茶樹の新芽生長のための重要な炭素源となっていることを明らかにした。また、赤、青および白色光を幼茶樹に照射した結果、新芽生育量に光質間差はなかったが、赤色光下では、新葉の形態変化、光合成能の低下、各部位の可溶性糖含量の減少、根の活性の早期低下、窒素吸収能の低下がみられたことから、チャの光合成に対する青色光を含む光の重要性が示された。

続いて、冬期から春期の樹体内炭水化物量の違いが一番茶の生産性に及ぼす影響を明らかにするため、成木園と土耕ポット茶樹に対し冬期に遮光処理を行い、炭水化物含量と一番茶の収量・品質との関係を解析した。その結果、遮光を行わなかった場合には、デンプンは2月下旬から萌芽期までに根、枝の順で蓄積されたのに対し、遮光した場合には、光合成の抑制に伴う葉からの糖の供給不足によりデンプン蓄積が遅れることが示され、冬期から春期の樹体内の炭水化物の分配を明らかにした。また、一番茶萌芽期前の樹体内炭水化物の不足は、新芽生育と摘採時期の遅れ、摘芽の減少・不揃い、全窒素含有率の低下を通じて一番茶の生産性を低下させることを明らかにした。さらに、この遮光試験において処理間差が明確であった成葉の可溶性糖および太枝と中根のデンプン含量は生産力診断の指標部位として適当であると考えられ、これらの炭水化物含量の時期や太さによる変動を明らかにした。

次に、環境ストレスの影響を明らかにするため、チャ樹に対して土壤乾燥、完全遮光および整枝の処理を行い、それぞれ新芽の生育、光合成能、炭水化物の分配を調査した。乾燥ストレス下や春整枝により株面が日焼け症状を呈した部分では、光合成能の低下を通じて成葉の可溶性糖含量や各部位のデンプン含量が減少し新芽生育が抑制されることを明らかにした。成木園で、一、二番茶の生育期に完全遮光（遮光率 100%の被覆）処理を行った結果、一、二番茶の収量は大きく減少する一方で、遮光処理後の樹体内炭水化物含量と収量には処理間差はみられず、遮光が以後の炭水化物蓄積や生育に及ぼす影響は小さいことを明らかにした。

また、生育特性の異なる5品種を用いて、チャ品種の多収要因を炭水化物のソース・シンク能の点から解明した。秋期と一番茶期のソース葉には光合成速度、可溶性糖含量、Rubisco 活性等に品種間差はみられず、個葉レベルでの光合成能の差異は判然としなかった。しかし、秋期の株面成葉の成熟度（葉色値）の均一性には違いがみられたことから、葉層レベルで評価することによりソース能の品種間差異を明らかにできる可能性が示唆された。一方、萌芽期から秋期における中根のデンプン含量は、5品種のうちでは多収型とされる「さやまかおり、さわみずか」で多く、「さやまかおり」の柢摘み収量の増加率や品質指標としての全窒素含有率が高いことが示されたことから、貯蔵シンクとシンク能には品種間差異があること、中根のデンプン含量や品質を加味した単位面積当たりの収量を比較することにより多収性の判定が可能であることを明らかにした。

審 査 結 果 の 要 旨

植物の生育は光合成活性と密接に関係しており、多くの作物では、生産性の向上を目的に、光合成速度や光合成産物である糖やデンプン含量を高める研究が行われている。一方、チャにおいても、これまで光合成特性や光合成生産物の樹体内分配に関する研究が精力的に行われてきたが、光合成速度や炭水化物含量と生産性との関係をほ場レベルで検討した研究はほとんどなされていない。本研究は、チャの栽培技術の改善と多収性品種の育成を目的に、ポット試験とほ場試験により光合成により生成した炭水化物の樹体内動態とチャの生産性との関係を明らかにしたものであり、得られた知見は以下のとおりである。

最初に、デンプン含量の定量法であるヨウ素法について、熱水抽出時間と測定波長を検

討し、従来法より測定時間を 1/3 に、コストは 1/90 に削減できる簡便で効率的なチャのデンプン測定法を確立した。また、ポット栽培チャ樹を用いて、光環境と生育との関係について検討し、光強度の低下、または明期の短縮により、炭水化物含量が大きく低下する一方で、遊離アミノ酸含量が通常の 2 倍以上に増加することを明らかにした。同時に、葉、枝および根の貯蔵炭水化物が茶樹の新芽生長に利用される重要な炭素源となっていることを明らかにした。一方、光強度が通常の 1/100 以下の $10 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、または明期が 2 時間を下回ると、チャ葉が黄白色となることや、青色光を含む光がチャの生育、光合成能および窒素同化能の向上には重要であることなど、基礎的な知見を明らかにした。

次に、玉露やてん茶などの高級茶の栽培で用いられている遮光の影響について、ほ場レベルで検討し、遮光により光合成が抑制され、葉からの糖の供給が不足し、根・枝へのデンプン蓄積が遅れ、最終的に新芽の生育遅延をもたらすことを明らかにした。さらに、乾燥ストレスや日焼け症状を引き起こし、チャの光合成が抑制されると、成葉の可溶性糖および各部位のデンプン含量は減少することを明らかにした。特に、成葉の可溶性糖、太枝および中根のデンプンに処理の影響が強く表れることから、これらがチャの生産力診断の指標部位として適当であることを示した。また、収量性の異なる 5 品種を用いて中根のデンプン含量を比較したところ、多収型とされる「さやまかおり、さわみずか」で高いことを明らかにした。一方、成葉の可溶性糖含量は厳冬期に、太枝および中根のデンプン含量は一番茶萌芽期から摘採期にかけて最大値となる年間変動も明らかにした。

以上のように、本論文では、チャ樹の光合成特性と炭水化物の動態についての基礎的な件を明らかにするとともに、成葉の可溶性糖、太枝および中根のデンプン含量がチャ樹の栄養診断指標として有効である可能性を示した。また、デンプンの簡易分析法の確立はその適用できる範囲を拡大するものである。これらの成果は、植物生理的な特性に基づく新しいチャの栽培技術の開発や多収性の品種育成につながるものとして高く評価されている。

以上について、審査委員全員一致で本論文が岐阜大学大学院連合農学研究科の学位論文として十分価値あるものと認めた。

<基礎となる学術論文>

鈴木利和，中村孔秋，片岡直子，一家崇志，森田明雄（2012）．低光量条件下における光質の違いが幼茶樹の光合成および窒素吸収同化能に及ぼす影響．日本生物環境工学会誌．第 24 巻．16～24．

鈴木利和，江口香織，一家崇志，森田明雄（2013）．チャ樹体内デンプンの簡易分析法の検討．日本作物学会紀事，第 82 巻．63～68．

鈴木利和，一家崇志，森田明雄（2013）．冬期の遮光に伴うチャの樹体内炭水化物含量の変動が一番茶新芽の生産性に及ぼす影響．第 82 巻．345 ～352．