



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

過剰施肥下における茶樹の栄養生理的応答と窒素動態に関する研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2008-02-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 森田, 明雄 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/2282

氏 名 (本籍)	森 田 明 雄 (静 岡 県)		
学 位 の 種 類	博士 (農学)		
学 位 記 番 号	農博乙第37号		
学 位 授 与 年 月 日	平成11年9月10日		
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第2項該当		
学 位 論 文 題 目	過剰施肥下における茶樹の栄養生理的応答と窒素動態に関する研究		
審 査 委 員	主査	静岡大学 教授	横 田 博 実
	副査	岐阜大学 教授	原 徹 夫
	副査	信州大学 教授	柴 田 久 夫
	副査	静岡大学 助教授	早 津 雅 仁

論 文 の 内 容 の 要 旨

茶園では、品質向上を目的に窒素を中心に肥料が多量に施されている。このため、土壌の強酸性化や硝酸の集積によって根圏環境が悪化し、茶樹の肥料吸収利用率も低下していると考えられる。さらに溶脱した肥料成分、特に硝酸による河川や地下水等への環境負荷量の増大ももたらし社会問題も生じている。本論文では、土壌改善と施肥効率の向上を図る方法を探るため、水耕栽培法や ^{15}N トレーサー法などを用い、茶樹の生育に対する培地の好適 pH 域と好適リン酸 (P) 栄養条件を示すとともに、形態の異なる窒素に対する吸収利用特性並びに樹体内での養分移行を明らかにしようとした。また、茶栽培地域での窒素循環を解明するため、茶園での土壌、土壌溶液、茶樹の $\delta^{15}\text{N}$ 値を明らかにし、茶園からの硝酸による環境負荷軽減のための基礎資料を得ようとした。

第2章では、茶樹の好適 pH 域と好適 P 栄養条件について水耕栽培法により検討している。アルミニウム (Al) 0.4mM 存在下では、pH3.0 ~ 5.0、Al 欠除下では pH3.5 ~ 4.5 で生育が良好で、茶樹が pH4.5 前後を好適域とする好酸性植物であることを示した。同時に、同じ pH 処理では Al 存在下で生育が良く、Al の施用により茶樹の生育が促進され、また好適 pH 域の広がることが明らかとなった。一方、Al0.4mM 存在下で培地の P 濃度が 0.03 ~ 0.1mM で生育が最大となった。培地と樹体の P 含量の関係から、茶樹の P 要求量が窒素に比べて非常に低く、しかも、その好適域が狭いことを明らかにした。

第3章では、茶樹の窒素吸収と利用、さらに窒素の施用形態とポリアミンの関係について検討している。茶樹の窒素吸収量は、培地中のアンモニア：硝酸比が 50：50 の場合は、アンモニア吸収量が硝酸の2倍と高かった。しかし、アンモニア：硝酸比が 10：90 と圃場条件に近い場合は、逆に硝酸の吸収量がアンモニアの約2倍となり、好アンモニア性植物として知られている茶樹が、圃場条件下では硝酸を主要窒素吸収形態として吸収していることを示した。硝酸由来の窒素は、吸収後アンモニアに比べて速やかに地上部に移行す

るとともに、主として根、新芽や成葉で還元同化されることを示した。また、培地の硝酸濃度の上昇とともに茶樹のシュウ酸含量が増加した。これは、他の作物同様に硝酸還元時にシュウ酸が生成したためと考えられた。また、茶樹のポリアミンの存在を確認し、ブトレンシンが根に局在し、培地中のアンモニア濃度の上昇にともない含量が増加することを明らかにしている。さらにスベルミジンは新芽に多く含まれ、生育の良好な処理区で高い値を示し、これらのポリアミンが茶樹の窒素代謝や生育と関わることを示唆した。

第4章では、茶樹の木部樹液を用いた栄養診断法について検討している。木部樹液中のアミノ酸、硝酸およびP濃度は、一、二番茶の新芽生育時に高くなった。一番茶と二番茶新芽生育時の値を比較すると、一番茶新芽生育時の方が高い値を示した。また、標準施肥茶園の茶樹から採取した木部樹液の電気伝導度 (EC) およびアミノ酸、硝酸とP濃度は、無施肥茶園のものより高く、根から地上部への養分移行量が生育に大きな影響を与えていることを示した。水耕栽培試験では、木部樹液のアミノ酸濃度と新芽の全窒素含有率ならびに木部樹液のECと成葉のアミノ酸含有率の間に高い相関関係が成り立ち、茶樹の生育および品質と密接に関わる窒素の栄養診断指標として木部樹液の養分濃度が有効であることを明らかにした。

第5章では、 $\delta^{15}\text{N}$ 値を指標として茶園における窒素の動態について検討している。茶園土壌の全窒素 $\delta^{15}\text{N}$ 値は、肥料の $\delta^{15}\text{N}$ 値に対する応答が小さかった。しかし、 $\delta^{15}\text{N}$ 値の高い菜種油粕肥料のみを施用した有機質肥料茶園から採取した土壌溶液の $\delta^{15}\text{N}$ 値は、慣行施肥茶園（夏期に $\delta^{15}\text{N}$ 値の低い化学肥料を、春と秋に菜種油粕を含む配合肥料を施用）の値より約7%高く、また慣行施肥茶園において化学肥料の施用時に土壌溶液の $\delta^{15}\text{N}$ 値が低下したことから、土壌溶液の $\delta^{15}\text{N}$ 値が施用した肥料の種類や土壌中での窒素の形態変化を反映していることを明らかにした。これら肥料に対する土壌と土壌溶液の $\delta^{15}\text{N}$ 値の応答が異なったが、これは土壌溶液中の窒素のほとんどが肥料由来であるのに対して、土壌の場合肥料に由来する窒素の割合が小さいことを示していた。樹体の $\delta^{15}\text{N}$ 値は、細枝、細根で低く、中根、太根など貯蔵器官で高く、硝酸還元、アンモニア同化、アミノ基転移など樹体内での窒素代謝を反映していた。

以上のように、本論文では、茶樹の好適 pH 域、P および窒素栄養に対する応答、さらに樹液による栄養診断法の可能性について明らかにした。これらの結果をもとに、茶樹の土壌環境を好適な pH 域と P 量に保つこと、アンモニア態窒素偏重から硝酸を含めたバランスのとれた施肥への転換、さらに木部樹液による栄養診断を実施することにより、茶園での過剰な施肥を削減し、多肥の弊害を回避できることを示している。また、茶園での窒素循環については、硝酸の $\delta^{15}\text{N}$ 値からその動態が把握できる可能性を明らかにし、茶樹の部位別のポリアミン含量や $\delta^{15}\text{N}$ 値についても新知見を得ている。

審 査 結 果 の 要 旨

平成11年8月20日、岐阜大学連合大学院において審査委員全員（4名）の出席のもとで公開論文発表会が開かれた。発表の内容は充実しており、審査委員等の質問に対して

的確に応答した。発表論文の内容は以下のとおりである。

茶園では、品質向上を目的に窒素を中心に肥料が多量に施されている。このため、土壌の強酸性化や硝酸の集積によって根圏環境が悪化し、茶樹の肥料吸収利用率も低下していると考えられる。さらに溶脱した肥料成分、特に硝酸による河川や地下水等への環境負荷量の増大ももたらし社会問題も生じている。本論文では、土壌改善と施肥効率の向上を図る方法を探るため、茶樹の生育に対する培地の好適 pH 域と好適リン酸 (P) 栄養条件および形態の異なる窒素に対する吸収利用特性について検討した。また、茶園での窒素動態を解明するため茶園の土壌や茶樹の $\delta^{15}\text{N}$ 値を明らかにした。得られた結果は次のように要約できる。

1) 茶樹は pH4.5 前後を好適域とする好酸性植物であることを示した。同時に、Al の施用により茶樹の生育が促進され、また好適 pH 域の広がることが明らかとなった。一方、培地の P 濃度と生育量および樹体の P 含量の関係から、茶樹の P 要求量が窒素に比べて非常に低く、しかも、その好適域が狭いことを明らかにした。

2) アンモニア：硝酸比が異なる培地からのアンモニアと硝酸の吸収量の比較から、好アンモニア性植物として知られている茶樹が、圃場条件下では硝酸を主要窒素吸収形態として吸収していること、硝酸由来の窒素は、吸収後アンモニアに比べ速やかに地上部に移行するとともに、主として根、新芽や成葉で還元同化されることを示した。また、培地の硝酸濃度の上昇とともに茶樹のシュウ酸含量が増加し、他の作物同様に硝酸還元時にシュウ酸が生成したためと考えられた。茶樹のポリアミンの存在を確認し、プトレシンが根に局在すること、培地中のアンモニア濃度の上昇にともない含量が増加することを明らかにした。さらにスベルミジンは新芽に多く含まれ、生育の良好な処理区で高い値を示し、これらのポリアミンが茶樹の窒素代謝や生育と関わることを示唆した。

3) 木部樹液中のアミノ酸、硝酸および P 濃度は、新芽生育期に高い値を示した。また、標準施肥茶園の茶樹から採取した木部樹液の電気伝導度 (EC) およびアミノ酸、硝酸と P 濃度は、無施肥茶園のものより高く、根から地上部への養分移行量が生育に大きな影響を与えていることを示した。水耕栽培試験でも、木部樹液のアミノ酸濃度と新芽の全窒素含有率ならびに木部樹液の EC と成葉のアミノ酸含有率の間に高い相関関係が成り立ち、茶樹の生育および品質と密接に関わる窒素の栄養診断指標として木部樹液の養分濃度が有効であることを明らかにした。

4) 茶園土壌の全窒素 $\delta^{15}\text{N}$ 値は、肥料の $\delta^{15}\text{N}$ 値に対する応答が小さいが、土壌溶液の $\delta^{15}\text{N}$ 値は施用した肥料の種類や土壌中での窒素の形態変化を反映していることが明らかとなった。これらの結果は、土壌溶液中の窒素のほとんどが肥料由来であるのに対して、土壌の場合肥料に由来する窒素の割合が小さいことを示していた。樹体の $\delta^{15}\text{N}$ 値は、細枝、細根で低く、中根、太根など貯蔵器官で高く、硝酸還元、アンモニア同化、アミノ基転移など樹体内での窒素代謝を反映していた。

以上のように、本論文は、過剰施肥下における茶樹の栄養生理的特性を明らかにし、これら一連の成果をもとに、茶園での過剰な施肥を削減し、多肥の弊害を回避するうえで有効な方策を提供したものであり、高く評価できる。さらに硝酸の $\delta^{15}\text{N}$ 値から茶園の窒素

動態が把握できる可能性を明らかにしており、今後の研究の進展が期待できる成果である。

本論文の審査委員会では、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。

<学位論文の基礎となる学術論文>

- 1) Akio Morita, Mitsuru Ohta and Tadakatsu Yoneyama: Uptake, transport and assimilation of ^{15}N -nitrate and ^{15}N - ammonium in tea (*Camellia sinensis* L.) plants, *Soil Science and Plant Nutrition*, 44 (4)647-654 (1998)
- 2) 森田明雄・太田充・米山忠克：肥料の種類の違いが茶園土壌と茶樹の $\delta^{15}\text{N}$ 値に及ぼす影響、*日本土壌肥科学雑誌*、70(1)1-9 (1999).
- 3) 森田明雄・太田充・米山忠克：窒素施用形態の違いが茶樹の硝酸、シュウ酸およびポリアミン含有率に及ぼす影響、*日本土壌肥科学雑誌*、70(2)107-116(1999)

<既発表学術論文>

- 1) Akio Morita and Shigeaki Konishi: Relationship between vesicular- arbuscular mycorrhizal infection and soil phosphorus concentration in tea fields, *Soil Science and Plant Nutrition*, 35(1)139-143 (1989)
- 2) 中野敬之・森田明雄・谷博司・鈴木則夫：機械摘み茶園における新芽の収量、全窒素、遊離アミノ酸および粗繊維含有率の層別解析、*日本作物学会紀事*、65(4)612-617 (1996)
- 3) 山田裕・森田明雄・米山忠克：3種の土壌を充填したライシメーターでの施肥窒素の $\delta^{15}\text{N}$ 値と栽培作物、浸透水、土壌の $\delta^{15}\text{N}$ 値の関係、*日本土壌肥科学雑誌*、印刷中