

(続紙 1)

| | | | |
|--|---|----|----------------|
| 京都大学 | 博士 (農 学) | 氏名 | NURUDIN MAKRUF |
| 論文題目 | Variability of morphological and physico-chemical characteristics of upland soil in Asian humid tropics and their relevance to <i>Acacia mangium</i> productivity アジア湿潤熱帯台地土壌の形態学的・理化学的特性の変異ならびにその <i>Acacia mangium</i> 生産性との関連性) | | |
| (論文内容の要旨) | | | |
| <p>近年、東南アジア地域ではパルプ用材生産を主な目的とする早生樹植林が急速に拡大している。特に湿潤熱帯アジア域においては、Acrisolsを主とする強風化・貧栄養土壌地帯においても一般に旺盛な成長を見せるマメ科早生樹の<i>Acacia mangium</i>が広く植栽されている。一方で、湿潤熱帯アジアを特徴づけるこうした土壌資源には、比較的大きな理化学性の変異を含んでおり、<i>Acacia mangium</i>をはじめとする早生樹の成長や持続可能性もこれに応じて異なることが予想される。しかしながら、それら早生樹の生産性と土壌特性の関連性については不明な点が多く残されており、植林事業の合理的推進の障害の一つとなっている。</p> <p>本論文では、インドネシア共和国のスマトラ島の大規模<i>Acacia mangium</i>植林地を対象として、植栽林分の成長を基準に良好林分と不良林分を各複数抽出し、それぞれの林分の土壌断面の形態的特徴、土壌硬度、土壌孔隙率、粒径組成、主要養分含量、鉄酸化物の形態、全元素組成等について下層土まで含めて解析することにより、同樹種の成長を規定する土壌要因を明らかにした。併せて、土壌特性の簡易指標としての土色の有用性についても検討を行った。</p> <p>対象土壌の表層土壌ならびに断面上部には形態的特徴の林分による差異は観察されなかったが、下層土には際立った違いが認められ、成長良好林分土壌は硬化した鉄結核(pisoplinthite)によって、一方、成長不良土壌は未硬化の鉄斑紋(plinthite)によって特徴づけられた。また前者の下層土の土色は後者のそれに比較して明度・彩度共に高く、細根の分布も相対的に前者で多いこと、更に、前者では孔隙率がまた高く土壌硬度が低いことを示した。これらの結果から、<i>Acacia mangium</i> の成長には下層土の理学的性質の違いが関連しており、成長良好林分土壌の下層土は排水が良好で酸化的環境が維持され遊離鉄酸化物の結晶化・硬化が進行した結果更なる通気・透水性の改善が進み植物根にとってもより好ましい孔隙に富んだ環境が形成された一方で、成長不良林分の土壌の下層土は排水不良で貫入抵抗が高く孔隙に乏しい状態が維持されることで植物根の伸長が阻害され樹木成長が制限される可能性を明らかにした。これらの明瞭な形態学的差異を反映して、成長良好林分の土壌は Pisoplinthic Acrisols に分類されるのに対し、不良林分のそれは Acric Plinthosols に分類されることを示した。</p> <p>一方、土壌中の主要養分含量や土壌酸性には土壌間で一貫した差異が認められなかったことから、<i>Acacia mangium</i> の成長は、少なくとも対象地域にあっては、土壌化学性ではなく下層土の理学的性、特に排水性が支配していることを推論した。</p> <p>これら下層土の形態学的ならびに理学的特徴から推定された酸化・還元環境の土壌による違いは遊離酸化鉄の形態にも反映され、非晶質ならびに結晶質の遊離酸化鉄(デチオナイト可溶鉄(Fe_d))に対する非晶質遊離酸化鉄(シュウ酸可溶鉄(Fe_o))の比から、遊離酸化鉄の決結晶化度は成長良好林分の土壌で不良林分より明瞭に高く前者で酸化鉄のより強い脱水、結晶化が進行していることを明らかにし、定常的な内部排水と酸化還元環境の違いがこれら酸化鉄</p> | | | |

の形態的差異の原因であることを指摘した。また、遊離酸化鉄の結晶化は、両土壌とも粘土含量ならびに土壌炭素レベルによって支配されていることを示した。

また、土壌の理学特性に見られる差異の多くが粘土含量もしくは砂+シルト含量と関連しており、粘土に富む埴質な土壌では少雨期における定期的な土層の乾燥によってより強い土壌の収縮が起こることで土壌構造の発達が進み排水良好な下層土が形成されるのに対し、相対的に粘土に乏しい土壌では乾燥時の収縮程度が小さく土壌構造の発達が進行しないことが、両土壌の下層土における理学性の違いをもたらしたことを推論した。更に全元素分析結果から、ケイ素、鉄、アルミニウムの含量が両土壌で異なることから、土壌母材の違いが両土壌に粒経組成の違いをもたらし、その結果として下層土の理学性さらに林木の成長に違いを生み出した本質的な要因であることを明らかにした。更に加熱処理に伴う土色の変化を指標とすることで、土壌中の遊離酸化鉄の存在様式とその主な原因である土壌の酸化還元環境を簡易に判定することが可能であることを示した。

以上の結果から、湿潤熱帯アジアにおける *Acacia mangium* 植林に際しては、下層土における硬化鉄結核や未硬化鉄斑紋の出現様式に基づいた適地判定が適当であり、成長予測もまたこれら土壌区分を基礎として行う事が合理的であること、更には、大型機械を多用して行われる早生樹植林施業において下層土の堅密化を防止あるいは改善することが重要性を持つことを指摘した。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

東南アジア地域ではパルプ生産を目的とする早生樹植林が急速に拡大しており、マメ科早生樹の *Acacia mangium* が広く植栽されているが、同樹種の成長と土壌特性の関連性については不明な点が多く残されており植林推進の障害の一つとなっている。本論文は、インドネシア共和国のスマトラ島の *Acacia mangium* 植林地において、成長を異にする複数林分の土壌の形態学的、理学的ならびに化学的特徴を解析し、同樹種の成長を規定する土壌要因について論じたものであり、評価できる点として以下の4点をあげることができる。

1) 成長良好林分と不良林分の土壌は、特に下層土に、際立った形態学的ならびに理学的差異を有し、前者は硬化した多量の鉄結核、明度・彩度の高い土色ならびに高い孔隙率によって、後者は未硬化の鉄斑紋、低い孔隙率によって特徴づけられ、定常的な排水性に違いに規定される異なる酸化還元環境の存在を指摘した。本知見は、下層土の形態的特徴が植林木の生産を判定する際の実用的基準となることを示すもので、早生樹植林の推進に貢献する。

2) 土壌化学性の比較・解析に基づき、対象地域における植栽木の成長の良否は、表層土を含む土層全体の養分レベルや土壌酸性によって規定されることはなく、下層土の理学的環境がこれを強く支配していることを明らかにした。本結果は、植林木の成長には土壌化学性が強く関与するとする従来の知見とは対照的に異なることを明らかにしたものであり、特に下層土の理学性の評価・管理が湿潤熱帯における早生樹の持続的生産にとって極めて重要であるとする新たな視点を提供している。

3) 湿潤熱帯の強風化土壌を特徴づける遊離酸化鉄の存在様式は成長良好林分と不良林分の土壌間で異なり、酸化鉄の結晶化度が相対的に還元環境にある後者よりも、酸化的環境におかれている前者で一貫して高い値を示すことを明らかにした。このことから酸化鉄の結晶化の程度は湿潤熱帯土壌の酸化還元環境の違いとそれに起因する林木生産を指標するパラメータであることを指摘した。更に、土壌の加熱処理に伴う土色変化が酸化鉄の結晶化度と密接に関連していることを明らかにし、安価で簡易な加熱処理によって土壌の定常的酸化還元環境を推定できる可能性を示した。

4) 全元素分析の結果に基づき、土壌、特に下層土の排水性に違いをもたらす原因は、これら土壌の発達の起源となる母材の変異にあり、特に母材を構成する細粒画分(粘土)と粗粒画分(砂+シルト)の量比が最も重要な因子であることを示した。

以上のように本論文は、東南アジア湿潤熱帯地域における代表的早生樹である *Acacia mangium* の成長を規定する土壌要因を、形態学的、理学的、化学的視点から総合的に解明したもので、熱帯造林学、森林立地環境学、土壌学、森林生態学、森林管理学の発展並びに、湿潤熱帯での持続的な早生樹植林の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。なお、平成25年2月14日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士(農学)の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注)Webでの即日公開を希望しない場合は、以下に公開可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降