

(論文内容の要旨)

熱帯モンスーン域では、同一気候下に常緑性ならびに落葉性の森林が混在分布することが知られ、厳しい乾期によって特徴付けられる同地域にあっては、特に乾期における土壌の水分供給能の違いが森林の常落性を左右する重要な要因であると考えられる。しかし同気候下での常緑林と落葉林の混在分布メカニズムを土壌の水供給機能の側面から実証的に明らかにした研究例はこれまでにない。本論文ではカンボジアの複数地域に分布する常緑林と落葉林において、土壌の形態学的特徴、有効土層深、ならびに土壌孔隙特性を比較し、それらの土壌物理特性が決定する土壌水分供給特性に基づいて常落混在分布メカニズムの解析を行なった。その内容は下記のように要約される。

1) 常緑林が卓越するカンボジアのメコン西岸域および同国南東部と、落葉林が支配的なメコン東岸域には、それぞれ異なるタイプの土壌が森林タイプに対応して分布することを広域・多点の土壌調査によって明らかにした。メコン西岸域と同国南東部の常緑林下にはAcrisols やFerralsols に代表される、土壌が深く発達し粗大鉱物画分割率が概ね低い土壌群が広域的に分布しており、それら土壌の相対的に大きな水分保持容量が常緑林の成立を可能としていることを推論した。一方メコン東岸域の落葉林下には、分類は異なるが(Plinthosols、Luvisols、Alisols、Leptosols) 共通して浅い有効土層によって特徴付けられる土壌が普遍的に分布し、浅い有効土層深と高い粗大鉱物画分割率が水分保持容量を著しく制限する結果、同地域における落葉林の成立をもたらしていることを論考した。またメコン西岸の常緑林帯にはAcrisols やFerralsols に加え、玄武岩に由来する未熟な土壌や著しく砂質なAcrisols が局所的に見出され、同地域においてモザイク状に出現する落葉林の分布と対応していることを明らかにした。

2) 常緑林と落葉林下の土壌各層位から得たサンプルの土壌孔隙分布を水分特性曲線法に基づいて比較・解析し、常緑林土壌の各土壌層位が落葉林土壌に比較して相対的により粗な孔隙分布によって特徴づけられていることを明らかにした。圧力水頭 = -15300~-100 cmで保持される植物に利用可能な水分の保持能である有効保水容量を単位土壌体積当たりで比較すると、常緑林土壌 ($0.107 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) で落葉林土壌 ($0.146 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) よりも小さく、一方、圧力水頭 = -100~0 cmに相当する粗孔隙の容量は常緑林土壌 ($0.231 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) で落葉林土壌 ($0.116 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) よりも高い傾向にあることを指摘した。このような常緑林土壌における相対的に粗な孔隙分布は、これら土壌でより強度に発達した粗大な土壌構造と関連しており、土壌構造の発達はAcrisols の相対的にローム質な土性およびFerralsols の鉄酸化物の凝集に起因する可能性を指摘した。また、落葉林のいずれの土壌断面にも粗孔隙量の著しく低い ($<0.050 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) 土層が少なくとも一層位存在し、そのことが植物の水分利用制限を介して落葉林成立に関連していることを推論した。

3) メコン西岸における常落混在分布が、土壌タイプ間の土壌孔隙特性の違いを反映した水分供給能の違いに起因することを浸透シミュレーションに基づいて論考した。常緑林の蒸発散と土壌の水ポテンシャルから土層の各深度における吸水フラックス(土壌から樹木根への水供給フラックス)と浸透フラックスの、乾期始め~乾期終盤~雨期始めにかけての時間変化をシミュレートした結果、落葉林下の玄武岩土壌において乾期始めから終盤にかけての水供給フラックスが急激に低下することから、乾期における同土壌の水分供給能が相対的に低いことを明らかにした。また、落葉林下の土壌においては、雨期開始直後の土層深部への浸透フラックスが常緑林土壌と比較して大きく、前者においては供給された降雨がより速やかに排水され土層内に水分を滞留させる能力が低いことを明らかにした。以上の結果から、メコン西岸の常緑林帯にモザイク状に混在分布する落葉林の一部は、それらが成立する玄武岩土壌の低い水分供給能に起因することを推定した。一方で、同地

域の砂質 Acrisols 上に成立する落葉林の成立要因は土壤孔隙組成に基づく水分供給能からは説明できず、本土壤の極めて砂質な土性に由来する水分ストレス以外の要因の関与の可能性を指摘した。

以上の結果から、常落性を異にする熱帯モンスーン林の、特に水分ストレスに対する応答を予測し適切な森林管理を行なう為には、森林タイプと対応して出現分布する異なる土壤タイプの分布を広域的に明らかにすると共に、それぞれの土壤深や孔隙組成等土壤物理特性を基礎とした水分供給能力を定量的に明らかにすることが重要であることを指摘した。

(論文審査の結果の要旨)

熱帯モンスーン域では、同一気候下に常緑性ならびに落葉性の森林が混在分布することが知られている。本論文は、カンボジアの熱帯モンスーン林域において常落性を異にする森林下の土壌群を対象として、土壌の物理特性とそれが支配する土壌水分供給能を評価し、土壌水分供給能の違いが同一気候下の森林の常落性を決定するメカニズムを論じたものである。評価出来る点は下記の4点にまとめられる。

1) 広域的な土壌断面調査により、カンボジア熱帯モンスーン域の森林と土壌タイプの対応関係を明らかにした。従来北タイの丘陵常緑林等で森林成立と土壌環境の関係を個別的に論じた研究例はあるが、本論文はメコン下流域の多様な森林帯において植生および土壌調査を広域で行うことにより、常落性を異にする森林下に **Acrisols** や **Ferralsols** 等の特徴的な土壌群が対応分布することを明らかにした。この成果は、土壌理化学性の違いが異なる森林タイプの成立を規定することを指摘すると共に、森林土壌研究の空白地帯であるカンボジアにおいて土壌の基本理化学特性の情報蓄積に寄与した。

2) 土壌の有効土壌深が広域的な森林の常落性を決定することを明らかにした。熱帯モンスーン域の常緑林分布に有効土壌深が関連していることはこれまでも仮説的に指摘されているが、本論文は常緑林と落葉林下の有効土壌深の違いを多点の土壌断面形態から比較し、メコン西岸とカンボジア南東部の常緑林帯の土壌群が大きな有効土壌深を持つのに対し、落葉林の分布が卓越するメコン東岸域の土壌群では有効土壌深が著しく制限されており、広域的な常落の分布様式は土壌水分容量の規定要因の一つである土壌深によって支配されることを明らかにした。

3) 異なる土壌断面から得られた非攪乱土壌サンプルの孔隙組成を比較検討した結果、常緑林土壌は **Acrisols** や **Ferralsols** など異なる分類群土壌から成るにもかかわらずより粗大な孔隙分布を特徴とする一方で、落葉林土壌は微細な孔隙分布で特徴付けられる層位を含むことを明らかにした。また常緑林土壌は深さ方向に均質な孔隙分布を持ち、土壌断面内での水移動モデルにおけるパラメータ簡素化の可能性を示した。

4) 土壌タイプ毎の水分供給能をモデル計算によって比較検討し、土壌水分供給能の違いがメコン西岸域の常緑林地帯における落葉林のモザイク分布を決定していることを明らかにした。リチャーズ式に基づく土壌浸透モデルに植物による吸水項を独自に加えることで、乾期の進行に伴う土壌水分供給能の低下を再現した。その結果、粗大孔隙量の違いが水分供給能を左右しメコン西岸域における常落林の混在分布を規定していることを明らかにした。

以上のように、本論文はカンボジアの同一気候下の熱帯モンスーン林域における常緑林・落葉林の混在分布が、乾期における土壌の水分供給能の違いによって決定されていることを、広域土壌調査と各土壌の孔隙解析に基づいて明らかにしたものであり、森林土壌学、森林生態学、森林水文学の発展ならびに、東南アジア熱帯モンスーン林の保全と管理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21年2月17日、論文なら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。