

学 位 論 文 要 旨

氏 名 井藤 宏香

題 目 地形および二次林構造に着目した照葉樹林の動態に関する研究
(Dynamics of lucidophyllous forest in relation to micro-topography and coppice-stand structure)

照葉樹林帯の自然林再生や二次林の適正管理における技術指針を提示する目的で、樹木の共存機構および森林動態を明らかにするとともに、これに対する地形および二次林特有の構造の影響を明らかにし、さらに二次林の発達過程を株構造の動態から解明した。

1. 小扇状地に成立する発達した照葉樹林において、河川の縦断方向に沿った地表変動攪乱の変異と、これによって形成される樹木のハビタット分割と種多様性のパターンを明らかにした。扇端部では掃流堆積物が頻繁に堆積することによって平坦で不安定な地表面が形成され、この立地環境に対応する樹種の優占によって種組成が最も特殊化することを見出した。扇頂部および扇中部では、石礫型土石流の堆積によって比高の高い安定した地表面が形成されており、立木密度および種多様性の高さに貢献していることを示した。さらに、同調査地における7年間の森林動態を調査した結果、河川流下方向に沿って攪乱タイプは侵食型から堆積型へ変化し、攪乱サイズが大きくなる傾向を認め、地表面の安定性の高い扇頂部および扇中部は扇端部と比べて枯死率が低いことを明らかにした。これらの森林動態の違いによって、扇状地内の森林構造の変異と種多様性の形成・維持機構を説明することができた。

2. 山地源頭部の照葉樹二次林において、樹木のハビタット分割と多様性に及ぼす微地形の影響を解析し、立木密度が高い頂部斜面および上部斜面では小面積で多種の共存が可能であることを示した。一方、下部斜面は、種組成の特殊化の度合いが高く、さらに絶滅危惧種ハナガシを含む多くの低頻度出現種も包含できることから、地域の種多様性を維持する上で重要なハビタットを提供していることを明らかにした。さらに、同調査地において、主要構成種5種を中心に10年間の樹木の動態を調査し、地形および二次林特有の林分構造の影響を解析した結果、下部斜面では台風による攪乱を最も受けやすいこと、台風による攪乱様式が樹木の階層内の位置により異なることが明らかとなった。このことから、地形および階層内の位置による台風攪乱の影響の違いが、林分内の森林構造の変異を規定する重要な要因であると結論付けられた。

3. 二次林の遷移に伴う株構造の変化が林分構造の変化に及ぼす影響を明らかにするために、林齢の異なる照葉樹二次林で調査を行った結果、二次林の発達過程に次の3つの段階が検出された：1) 林冠に到達した萌芽個体の被圧によって先駆種が消失する過程、2) 林冠での幹間競争の激化が林床の光環境の悪化をもたらした結果、林床の実生が消失する過程、3) 林冠個体の枯死に伴う林冠ギャップの形成と林冠構造の複雑化により林床の光環境が好転し、再び実生が侵入する過程。

以上の知見を基に、地形の影響を考慮した多様な広葉樹林の再生手法および二次林の多様化に対して、有効な技術的指針を提示した。

学 位 論 文 要 旨

氏 名

Hiroka Ito

題 目

Dynamics of lucidophyllous forest in relation to micro-topography and coppice-stand structure

(地形および二次林構造に着目した照葉樹林の動態に関する研究)

This study aims to clarify the effects of micro-topography and coppice-stand structure on the coexistence of tree species and forest dynamics of lucidophyllous forest, and to describe the secondary succession after felling as change in multi-stem clump structure in order to propose the technical guideline for restoration of natural forest and appropriate forest management.

1. I investigated habitat segregation and patterns of species diversity of trees in relation to variations in fluvial and geomorphic disturbances along a longitudinal stream gradient in a warm-temperate sedimentation-dominated riparian forest. The lower fan (LF) zone had the most differentiated species composition, and was characterized by low tree density and specialist species established on the flat and unstable soil surface created by frequent deposition of sediment. The upper fan (UF) zone and the middle fan (MF) zone were characterized by a high tree density and species richness established on the stable ground surface of a high alluvial terrace. A 7-year dynamics in this site showed that the disturbance type varied erosion to sedimentation with increasing size of disturbance from the upper to the lower stream. In the UF- and MF-zones with high stability of soil surface, the survival rate of trees was higher than those in the LF-zone. This difference in forest dynamics between the fan zones could explain the variation of forest structure, and the mechanisms of the formation and maintenance of the species diversity.

2. I investigated the effect of micro-topographic variation on habitat segregation and tree species diversity in a secondary lucidophyllous forest. More species coexisted in the slope crest (SC) and upper slope (US) zones in smaller area, probably because of higher tree densities. In addition to a strong degree of specialization of species composition including infrequent species, such as *Q. hondae*, an endangered indigenous species, the lower slope (LS) zone provide a key habitat for the maintenance of regional species diversity. A 10-year dynamics of tree population indicated that vegetation on the LS-zone is more likely to suffer from typhoon damage, and the type of damage differed between layer positions. This suggested the importance of different slope and layer positions in the formation of structural variations in natural forest through the difference in disturbance regime.

3. I compared stand and multi-stem clump structure of nine stands of secondary lucidophyllous forests with different ages. As a result, major three stages of process of natural development of the secondary forest were detected as follows: 1) the exclusion stage of pioneer species due to the suppression by multi-stem clump reaching the canopy layer, 2) the understory exclusion stage due to low light condition resulted from severe competitions between stems within the clumps in the canopy layer, and 3) the understory reinitiation stage due to improved light environment resulted from gap formation and diversification of canopy structure caused by death of canopy trees.

Based on these results, I proposed applicable technical guideline for the restoration of diverse broadleaved forest taking into account the effect of micro-topography.

学位論文審査結果の要旨	
学位申請者 氏名	井藤宏香
審査委員	主査 宮崎大学 教授 中尾登志雄
	副査 宮崎大学 准教授 伊藤哲
	副査 琉球大学 教授 新里孝和
	副査 鹿児島大学 教授 下川悦郎
	副査 鹿児島大学 教授 米田健
審査協力者	
題目	地形および二次林構造に着目した照葉樹林の動態に関する研究 (Dynamics of lucidophyllous forest in relation to micro-topography and coppice-stand structure)
<p>国内の天然林の多くは二次林であり原生状態に近い森林構造と生物多様性が維持されている森林は極めて少ない。とくに、照葉樹林帯は古くから人間活動の場として利用されてきたため、原生的な照葉樹林はほとんど残っていない。また、昭和30年代の燃料革命以降は、それまで薪炭林として維持管理されてきた里山の二次林の多くが管理放棄され、生物多様性の保全や森林の公益的機能の維持に問題が生じてきている。多面的な森林の機能を発揮させるためには、適切な生態系管理や森林管理が求められている。</p> <p>本研究は照葉樹林帯の自然林再生や二次林の適正管理における管理指針を提示する目的で、樹木の共存機構および森林動態を明らかにするとともに、これに対する地形および二次林特有の構造の影響を明らかにし、さらに二次林の発達過程を株構造の動態から解明したものである。</p> <p>まず小扇状地に成立する発達した照葉樹林において、河川の縦断方向に沿った地表変動攪乱の変異と、これによって形成される樹木のハビタット分割と種多様性のパターンを明らかにした。扇端部では掃流堆積物が頻繁に堆積することによって平坦で不安定な地表面が形成され、この立地環境に対応する樹種の優占によって種組成が最も特殊化する。</p>	

ることを見出した。扇頂部および扇央部では、石礫型土石流の堆積によって比高の高い安定した地表面が形成されており、これが立木密度および種多様性の高さに貢献していることを示した。さらに、同調査地における7年間の森林動態を調査した結果、河川流下方向に沿って攪乱タイプは侵食型から堆積型へ変化し、攪乱サイズが大きくなる傾向を認め、地表面の安定性の高い扇頂部および扇央部は扇端部と比べて枯死率が低いことを明らかにした。これらの森林動態の違いによって、扇状地内の森林構造の変異と種多様性の形成・維持機構を説明している。

次に山地源頭部の照葉樹二次林において、樹木のハビタット分割と多様性に及ぼす微地形の影響を解析し、立木密度が高い頂部斜面および上部斜面では小面積で多種の共存が可能であることを示した。一方、下部斜面は、種組成の特殊化の度合いが高く、さらに絶滅危惧種ハナガガシを含む多くの低頻度出現種も包含できることから、地域の種多様性を維持する上で重要なハビタットを提供していることを明らかにした。さらに、同調査地において、主要構成種5種を中心に10年間の樹木の動態を調査し、地形および二次林特有の林分構造の影響を解析した結果、下部斜面では台風による攪乱を最も受けやすいこと、台風による攪乱様式が樹木の階層内の位置により異なることを明らかにした。このことから、地形および階層内の位置による台風攪乱の影響の違いが、林分内の森林構造の変異を規定する重要な要因であると結論付けている。

さらに二次林の遷移に伴う株構造の変化が林分構造の変化に及ぼす影響を明らかにするために、林齢の異なる照葉樹二次林で調査を行った結果、二次林の発達過程に次の3つの段階：1) 林冠に到達した萌芽個体の被圧によって先駆種が消失する過程、2) 林冠での幹間競争の激化が林床の光環境の悪化をもたらした結果、林床の実生が消失する過程、3) 林冠個体の枯死に伴う林冠ギャップの形成と林冠構造の複雑化により林床の光環境が好転し、再び実生が侵入する過程。を検出しこれらの各段階で多様性の変動、構造の変化が起こっていることを明らかにしている。

そして、本研究で得られた知見を基に、林分の管理目的に対応して、地形の影響を考慮した多様な広葉樹林の再生手法および二次林の多様化誘導のための管理指針を提示している。これらの指針は二次林の多様性保全、多面的機能の維持に適用できる有効な管理指針と評価される。

したがって、審査委員一同は本論文が博士（農学）の学位論文として十分な価値を有するものとして判定した。

最終試験結果の要旨	
学位申請者 氏名	井藤宏香
審査委員	主査 宮崎大学 教授 中尾登志雄
	副査 宮崎大学 准教授 伊藤哲
	副査 琉球大学 教授 新里孝和
	副査 鹿児島大学 教授 下川悦郎
	副査 鹿児島大学 教授 米田健
審査協力者	
実施年月日	平成20年 1月17日
試験方法 (該当のものを○で囲むこと。) <input checked="" type="radio"/> 口答 <input type="radio"/> 筆答	
<p>主査および副査は、平成20年1月17日の公開審査会において学位申請者に対して、学位申請論文の内容について説明を求め、関連事項について試問を行った。具体的には別紙のような質疑応答がなされ、いずれも満足できる回答を得ることができた。</p> <p>以上の結果から、審査委員会は申請者が博士（農学）の学位を受けるに必要なかつ十分な学力ならびに識見を有すると認めた。</p>	

学位申請者
氏名

井藤宏香

〔質問1〕V次谷から扇端部への植生の傾度が明瞭に捉えられているが、これは地形形成に伴う地表変動攪乱の影響を直接受けているのか。それとも形成された地形によって決まる立地環境の違いを反映しているものか。植生の回復にかかる時間が地表変動攪乱の発生間隔よりも十分に短ければ、むしろ立地環境の違いの方が林分構造に影響を与えている可能性はないか。

〔回答1〕地形の違いによる立地環境の違いも林分構造に影響していると思われる。しかし、本研究の調査地における観測では、小規模な攪乱は十分に高い頻度で発生しており、これによる森林動態への影響も認められたので、特に扇端部では地表変動攪乱が林分構造にもたらす効果は大きいと考える。

〔質問2〕対象地の扇状地の攪乱条件として、土石流段丘の形成や掃流砂の堆積、流水の氾濫はどの程度の頻度で発生していると考えられるか。

〔回答2〕土石流に関しては断定的なことは言えないが、掃流砂の堆積や流水の氾濫はある程度の強度の降雨に対応して、年数回起きていると考えられる。

〔質問3〕この調査地の森林の成立を考える上で、300年前の大噴火など霧島火山の活動の影響を考慮する必要はないか。

〔回答3〕資料を当たったところ、最近では1880年代に調査地の森林に影響を及ぼしたと思われる御鉢の噴火の記録がある。したがって、基本的にはこの噴火の後に成立した森林であり、その後に発生した土砂移動の影響を受けてきていると考えられる。

〔質問4〕地表変動攪乱の発生は実際にはどのように調査したのか。実生稚樹の消失等を観測したのか？

〔回答4〕本研究では調査地面積が広いため、DBH1cm以上の個体のみを対象としており、実生稚樹のセンサスは行っていない。モニタリング調査時に個体の根元の表層土壌を観察し、堆積土砂によって樹幹基部が埋没した個体や表土流出によって根系が露出した個体など、明瞭な痕跡が残っているものを地表変動攪乱を受けた個体と判断して記載した。

〔質問5〕その記載方法だと、実際には必ずしも樹木にとってダメージにならない場合もあるのではないか。ここで言う地表変動攪乱の影響を論理的に立証するには、記載された攪乱が樹木の死亡率にどう影響しているかを検証する必要は無いか。

〔回答5〕発表時間の制約があり、詳細なデータの提示は割愛したが、論文では死亡率のデータを分析してこれを検証している。

〔質問6〕高位段丘面など、地表変動攪乱を受けにくいところでも樹木の枯死は起きているのではないか。これらは全体の動態には影響しないか。

〔回答6〕高位段丘では地表が安定しており高密度の樹木集団が成立しているため、自己間引きによる枯死も発生している。しかし、扇状地全体で見ると扇端部での枯死率が高い。

〔質問7〕照葉樹林帯で河川沿いに落葉樹が多く出現する理由として、攪乱ではなく土壤水分・養分などの環境が落葉樹により適しているという可能性はないのか。

〔回答7〕その可能性は否定できない。しかし、今回調査した扇端部では、常緑樹に比べて

落葉樹の新規加入が多く、高頻度の弱い攪乱が定着初期段階で落葉樹に有利に働いているようである。弱度の攪乱に対する何らかの適応能力をもった持った樹種が扇端部に生育している可能性が高いと考える。

〔質問 8〕扇端部での攪乱に対する落葉樹種群の抵抗性を傍証する材料はあるか？

〔回答 8〕別の溪畔林で調査したところ、溪畔種のサワグルミは実生の根系の形態的な順応性が高く、これによって小規模な地表攪乱に対応できているという結果が得られた。その他の研究でも埋没耐性等が報告されている樹種があり、これらについては論文中で言及している。

〔質問 9〕扇端部の種組成の特殊化には、地下水位が影響している可能性はないか。

〔回答 9〕実測はしていないが、本調査地の扇端部はカルデラ湖の湖面に近いので、他のゾーンよりも地下水位が高くなっている可能性はあると思う。

〔質問 10〕地形に対応した多様性と特殊化の関係はどのように理解するのか。

〔回答 10〕扇端部では種数は少ないが、一般斜面や扇頂部、扇央部に出現しない低頻度出現種によって構成されるため、他の地形面と比べて特殊化しており、扇状地全体の多様性を高めているといえる。

〔質問 11〕地形に沿った種組成変化の中で、河川沿いほど鳥散布型樹種が増えるような傾向は見られないか。

〔回答 11〕厳密に分析していないが、本調査地では扇端部ほど鳥散布型種子が多くなる傾向はあると思われる。

〔質問 12〕林冠木は下層木よりも高齢であり、攪乱を受けやすい可能性がある。これらを同列で比較して問題はないか。

〔回答 12〕原生状態に近い照葉樹林では、林冠木と下層木で攪乱率は違わないと報告されている。本研究では、一斉に再生したと思われる二次林で、林冠木と下層木の攪乱率に違いがあることが明らかとなった。これは、両者の樹齢の違いより、樹種の違いに起因しており、二次林の林冠を構成するツブラジイが寿命に近づいているためと考えられる。

〔質問 13〕二次林の発達に伴う萌芽株数の変化や萌芽幹本数の変化は、幹の自己間引きの結果が現れたものと考えてよいか。

〔回答 13〕そのように考えている。

〔質問 14〕二次林の萌芽株内の幹の除伐は個体のT/R比を改変する。これによって保残幹の成長を促進し、下層の被圧を助長することにつながらないか。

〔回答 14〕今回の結果で厳密な予測はできない。今回の解析では照葉樹林型高木種をまとめて解析しているが、萌芽性や成長速度は樹種によって異なる。したがって、実際の管理ではこれらの情報や個体のサイズ・空間配置を考慮する必要があると考える。

〔質問 15〕二次林の発達過程で多様性を維持するための林床の光条件はどの程度か。

〔回答 15〕具体的な数値として条件を提示するには、今回の結果のみでは不十分であり、定性的な結果のまとめにとどめたい。