

学位論文題名

The role of litter production and decomposition
of dominant tree species on the nutrient cycle
in natural forests with various substrate conditions

(さまざまな基質条件の自然林において主要樹種の
リター生産と分解が栄養循環に果たす役割)

学位論文内容の要旨

The litterfall, primary production and litter decomposition form important pathway for the nutrient cycling in the forest ecosystems. The litterfall is flux of carbon and nutrients into soil decomposer subsystem. Nutrients mineralized during decomposition process is important for the production of biomass. In the present research, I examined the litter production, decomposition rate of dominant species and its role on the nutrient cycling in heath and peat swamp forests in Kalimantan (Indonesian Borneo). I carried out research on the rate of decomposition of some dominant species and their nutrient release in cool-temperate forest in Hokkaido northern Japan. In Hokkaido, the research areas were set in early and late successional vegetation on volcanic substrata. In this thesis, I addressed the role of litter production, litter decomposition and nutrients released from litter on the nutrient cycling in quite different soil types, from low to high soil nutrient content and along successional gradient.

The total annual litterfall was estimated by periodical sampling with litter traps, and the rate of decomposition was estimated from the decreasing mass of litter inside the litter bag. The dynamics of litterfall in heath and peat swamp forests was characterized by seasonality and tree species composition. Every dominant species had their own pattern of releasing nutrients: whether the rapid release of nutrient or the retention of nutrient. The standing biomass and litterfall

rate were higher in peat swamp forest than in heath forest. Peat swamp forest showed lower decomposition rate, resulting in higher litter accumulation on the forest floor, compared to heath forest. Results suggested that nutrient cycling took longer in peat swamp forest than in heath forest. In most terrestrial ecosystems, the type of limitations is determined by the supply of nitrogen and phosphorus and nutrient use efficiency (NUE) of them. There was correlation between litterfall and nitrogen, phosphorus supply in heath and in peat swamp forests. Heath forest was more efficient in their nutrient use, thus more efficient in retranslocating nutrient compared to peat swamp forest. To determine the effect of frequent forest fire on the decomposition process, two dominant species of heath forest were selected for the study (*Tristaniopsis obovata* (Benn.) Wilson et Waterhouse and *Callophyllum pulcherrimum* Wall. ex Choisy). Decomposition rate of the two species was higher in intact than in post-fire stands. From C/N ratio dynamics and nitrogen release, *T. obovata* rapidly released nutrient and *C. pulcherrimum* retained nutrient. This suggested that forest fire did not change the function on differentiation of nutrient dynamics on these two species.

The rate of decomposition of two dominant species was measured in cool-temperate forest in early and late successional gradient of volcanic substrata. The decomposition processes of a pioneer tree *Populus maximowiczii* and a late successional tree *Quercus crispula* were monitored. The decomposition rate across sites was significantly greater for *P. maximowiczii* than for *Q. crispula*. The decomposition rate of *P. maximowiczii* with a low lignin content increased with the age of vegetation. By contrast for *Q. crispula* with a high lignin content, the rate of *P. maximowiczii* was almost stable in five vegetation types. During the decomposition process, K was the only element that decreased in concentration for both species. The decomposition rates of leaf increased with the age of vegetation, while that was opposite for stem. In the case of the comparison of decomposition rate in poor and rich soil nutrient content, the rate of decomposition was significantly higher in high soil nutrient content in tropical and cool-temperate forest.

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 甲 山 隆 司 (大学院地球環境科学研究科)
副 査 教 授 岩 熊 敏 夫 (大学院地球環境科学研究科)
副 査 教 授 大 崎 満 (大学院農学研究科)
副 査 助 教 授 春 木 雅 寛 (大学院地球環境科学研究科)
副 査 助 教 授 露 崎 史 朗 (大学院地球環境科学研究科)

学 位 論 文 題 名

The role of litter production and decomposition of dominant tree species on the nutrient cycle in natural forests with various substrate conditions

(さまざまな基質条件の自然林において主要樹種の
リター生産と分解が栄養循環に果たす役割)

森林生態系における栄養塩循環は、一次生産とリター生産、そしてリター分解によって規定されている。リター生産は土壌分解者系への炭素と栄養塩の供給を担っており、分解過程で無機化される栄養塩は生物生産に貢献する。本研究では、熱帯低地の土壌栄養制約下にある植生であるインドネシア・ボルネオのヒース林と泥炭湿地林において、主要樹種のリター生産と分解が栄養塩循環に果たす役割を解析した。また、火山遷移のさまざまな段階にある北海道の冷温帯植生において、主要樹種の分解速度を調査した。年間リター生産量は、リタートラップの定期的回収によって、またリター分解速度は定期的に回収したメッシュバッグ中のリター量の変化から推定した。これらの結果から、土壌栄養条件に制約のある植生でのリター生産、分解とリターからの栄養塩の放出の特性を整理した。

ボルネオのヒース林と泥炭湿地林のリター生産には季節変化と樹種特異性が認められた。主要樹種の中には、栄養塩を速やかに放出する樹種と、栄養塩を保留する傾向にある樹種の両方が存在した。地上部現存量とリター生産量は泥炭湿地林がヒース林より高かった。泥炭湿地林はリター分解速度が低いため、林床のリター蓄積量が高かった。材の分解速度は、泥炭湿地林で著しく低かった。

多くの陸域生態系は、窒素とリンの供給と利用効率によって律速されている。ヒース林と泥炭湿地林では、窒素とリンの供給速度はリター供給速度と比例していた。栄養塩含量

からみた利用効率では、ヒース林のほうが泥炭湿地林より勝っており、リター落下前の高い再吸収率が示唆された。

頻発する森林火災の分解過程におよぼす影響を明らかにするため、ヒース林の優占種 2 種 *Tristaniopsis obovata* と *Callophyllum pulcherrimum* について、火災後の開所と林内での分解過程を比較解析した。火災後の開所よりも林内で葉の分解速度が高かった。C/N 比の変化と窒素量の減少速度から、*T. obovata* のほうが *C. pulcherrimum* よりも栄養塩放出型だったが、この種差は火災後の開所でも変わらなかった。一方、材の分解速度は葉とは異なり開所のほうが速く、リグニンを選択的に分解する微生物の活性が開所で高いことが窺えた。

北海道東部の火山遷移初期と後期の植生で、リターバッグ法により遷移後期優占樹種のみズナラと、初期優占種のドロノキの分解過程を追跡した。どの遷移系列上の植生においても、ドロノキの葉の分解速度がみズナラのそれより高く、リグニン含量の違いが主要な要因だった。ドロノキの分解速度は遷移が進み土壌が発達するにつれ高くなったが、みズナラでは遷移系列に関係なく一定の分解速度を示した。材の分解速度は、葉と対照的に、遷移段階が進むにつれて減少した。

熱帯と冷温帯で共通して、リグニン含量のようなリターの性質が分解速度に関係しており、基質の栄養条件によっても分解速度が規定されていること、また葉と茎の材で分解特性が大きく異なり、土壌が発達していない植生で材の分解が促進されるような分解特性が存在することが明らかになった。

申請者は大学院博士課程を通して、きわめて精力的に野外調査、試料化学分析とデータ解析に取り組み、論文をまとめてきた。また、研究室の北海道や東南アジア熱帯の森林調査プロジェクトに加わり、研究経験を広げてきた。今後も、こうした経験を生かして、研究者として実力を発揮していくものと判断する。以上から、審査員一同は申請者が博士(地球環境科学)の学位に相当する十分な資格を有するものと判定した。