

アカマツ球果の分解過程における菌類相の変遷と菌類バイオマス*

笠井 一浩**

広島大学大学院生物圏科学研究科

Fungal succession and biomass in the decomposition process of pine cones on the floor of *pinus densiflora* forests

Kazuhiro KASAI

Graduate School of Biosphere Sciences, Hiroshima University,
Higashi-Hiroshima 739, Japan

要 旨

第1章 序 論

菌類は、植物遺体の分解の主要な担い手であり、分解における役割や機能を具体的に解明するためには、菌類相や菌類バイオマスを把握することが必要不可欠である。植物遺体の分解過程における菌類遷移については、1950年代から、様々な植物種の落葉および材を主な対象として多くの研究がなされている。針葉樹の落葉の分解についても、マツを中心とする多くの樹種で活発に研究が行われてきた。しかし、針葉樹のリターの一要素である球果の分解過程における菌類相についてはほとんど明らかにされていない。球果は落葉に比べ分解が遅く、また、マツカサキノコモドキ *Strobilurus stephanocystis* などそこに特異的に発生する担子菌類が存在することから、分解過程中的球果はそれ自体一つの特異な生態系と考えられ、そこにおける菌類相の変遷は興味深い研究課題である。一方、菌類バイオマスについては、測定上の困難さなどからもほとんど何もわかっていない。

本論文では、アカマツ球果の分解過程における菌類相の変遷および菌類バイオマスの動態を明らかにすることを目的とした。全体は5章からなり、第1章は序論である。第2章では、調査地の概要と球果の分解段階について述べた。第3章では、林床に実験的に設置した球果と林床に自然落下していた球果の菌類相を調査し、球果の分解過程における菌類遷移を明らかにした。第4章では、直接検鏡法（以下直接法）およびエルゴステロール含量の測定による球果中の菌類バイオマスの測定について述べた。第5章では、球果の分解過程における菌類遷移や、炭素・窒素の動態および菌類バイオマスの動態を相互に関連づけながら総合的に考察した。

広島大学総合科学部紀要Ⅳ理系編、第22巻（1996）

*広島大学審査学位論文

口頭発表日：1996年2月16日、学位取得日 1996年3月4日

**現在の所属 筑波大学生物科学科

第2章 調査地の概要と球果の分解段階

2-1 調査地の概要

調査地は、広島県西部の佐伯町玖島の立地条件の異なるアカマツ林に、A、B 2ヶ所を設けた。A区は斜面中部に、B区は尾根部に位置している。高木層は、両区ともアカマツが優占し、亜高木層は、A区ではタムシバとシロモジが優占していたが、B区では明確に識別できなかったため低木層としてまとめた。低木層は、A区ではヒサカキとシロモジが優占し、B区ではコバノミツバツツジが優占していた。草本層は、A区ではヤブコウジが、B区ではイヌツゲが優占していた。A₀層は、調査期間を通じて、A区の方が厚く、湿潤であった。A₀層とA層の境界の温度は、A区の方がやや低かった。リターとして供給された球果の量 (kg 乾重・ha⁻¹・yr⁻¹) と全リター落下量に対する割合(%)は、A区では28.1と0.6、B区では11.1と0.4であった。球果の落下量には、明確な季節変動は見られなかった。

2-2 球果の分解段階

球果の分解率は、A区で0.081 yr⁻¹、B区で0.082 yr⁻¹であった。この値は、これまで報告されているアカマツ針葉の分解率の1/2以下であり、球果の分解速度は遅いことが明らかとなった。林床に実験的に設置した球果と自然落下した球果の乾重減少率、炭素・窒素含量の変化から、次のように球果の分解段階を規定することができた。乾重減少率が約10%まで、C/N比が約200以上の範囲は可溶性の低分子の糖などが溶脱する溶脱期であると考えられた。乾重減少率が10%を越え、C/N比が200以下になると、微生物量の増加により窒素が保持される保持期になると考えられた。乾重減少率が20%を越え、C/N比が150以下になると、微生物自体の分解により窒素が流亡する流亡期に移行していくと考えられた。

第3章 球果の分解過程における菌類遷移

3-1 林床に実験的に設置した球果の分解過程における菌類遷移

樹上より採取した球果を実験的に林床に設置し、一定期間後回収し、洗浄法および表面殺菌法によりその菌類相を調査した。

樹上の枯死した球果では、*Pestalotiopsis* spp. が優占していた。この菌は、林床に設置後も比較的高頻度で出現した。*Xylaria* sp. および *Phomopsis* sp. は、表面殺菌法の場合に出現頻度が比較的高く、また、樹上の球果で比較的高頻度で出現したが、林床に設置後は出現が不規則であった。林床に設置後は、*Mortierella* spp., *Penicillium* spp. および *Trichoderma* spp. などが新たに出現するか、その出現頻度が増加した。これらの中で *Trichoderma koningii* の出現頻度は設置後著しく増加し、調査期間を通じて高頻度で出現し続けた。*Thysanophora penicillioides* は設置後の早い時期に高頻度で出現したが、65週後にはあまり出現しなくなった。

3-2 林床に自然落下した球果の菌類相

さらに分解の進んだ球果における菌類遷移を見るために、林床に自然に落下していた、より分解の進行した球果の菌類相を調査した。

自然落下した球果のLおよびFH層の球果では、*Mortierella* spp., *Trichoderma* spp. および *Penicillium* spp. の出現頻度が比較的高かった。自然落下した球果では、*Chloridium* spp. が比較

的高頻度で出現したことが特徴的であった。

3-3 球果の分解過程で出現した菌類

樹上の球果にも、林床の球果にも *Pestalotiopsis* spp. が高頻度で出現したが、針葉では本属菌が高頻度で出現することはほとんど報告されておらず、本属菌の優占は今回の実験に特徴的であると考えられた。*Pestalotiopsis* 属菌は寄生能力を持っているといわれており、寄生能力を持つ菌類が初期に定着することは、Hudson (1968) が一般化した菌類遷移のパターンと同様であった。本研究では、落葉について認められたような common primary saprophytes の出現が極めて少なく、落葉における遷移パターンとは明らかに異なっていた。林床に設置後12週後から40週後くらいまでの分解の比較的初期には、針葉樹のリターでよく出現する *T. penicillioides* が比較的高頻度で出現した。*Xylaria* sp. は主に樹上の球果で出現し、*Chloridium* spp. は分解過程の広い範囲で出現したが、これらの菌は、しばしば材に出現すると報告されている。この結果と球果の C/N 比が大きいという事実から、球果は針葉よりも材に類似していることが示唆された。*Penicillium coalescens* は、溶脱期に比較的高頻度で出現し、第一次腐生菌類の出現パターンを示した。林床では、第二次腐生菌類と考えられる *Mortierella* spp., *Trichoderma* spp. などが新たに出現するか、その出現頻度が増加した。

第4章 分解過程にある球果の菌類バイオマスの測定

直接法により球果中の菌類バイオマスを測定し、その値の妥当性をエルゴステロール法によりモニターした。球果組織をホモジナイズし、その懸濁液から寒天薄膜を調製する際に失われる菌糸量を推定し、測定値を補正した。測定した菌糸の体積から、既知量の培養菌糸の測定により求めた乾重への変換係数を用いて菌類バイオマスを求めた。求めたバイオマスをエルゴステロール含量と対比させたところ、菌体あたりのエルゴステロール含量は2.6–8.3 ($\mu\text{g} \cdot \text{mg}^{-1}$ dry mass) であった。これらの値は、これまで報告されている値 (1.4–12.3) と同レベルであり、本研究で用いた直接法の妥当性が示された。直接法で求めた菌類バイオマスは樹上の球果で2.2–9.3 (mg dry wt. \cdot g⁻¹ dry matter, 平均 5.6)、L層の球果で3.3–58 (平均 16)、FH層の球果で11–43 (平均 25) であった。分解が進行した流亡期の球果では直接法によるバイオマスが、エルゴステロール含量から推定される値に比べ大きくなる傾向があった。エルゴステロール量は比較的活性の高い(細胞膜を持つ)菌糸のバイオマスを反映することから、分解が進行すると比較的活性の高い菌糸量の割合が減少することが示唆された。

第5章 総合考察

球果の分解過程における菌類相の変遷は、以下のように概括される。樹上の球果では、*Pestalotiopsis* spp. の優占、組織の内部生息者と考えられる *Xylaria* sp. と *Phomopsis* sp. の比較的高頻度での出現。溶脱期においては、*P. coalescens* の比較的高頻度での出現、*Trichoderma koningii* の顕著な出現頻度の増加とその後の高頻度での出現、針葉樹のリターに選好性がある *T. penicillioides* の比較的高頻度での出現。保持期から流亡期では、第二次腐生菌類と考えられる *Mortierella* spp. の比較的高頻度での出現、材からよく分離される *Chloridium* spp. の分解過程の広い範囲での比較的高頻度での出現である。溶脱期と保持期の間で菌類バイオ

マスが有意に増加したことは、それぞれの段階で比較的高頻度で出現した菌類の性質の違いに関係すると思われた。

乾重減少率が約40%の球果では、菌類バイオマスは、樹上の球果の値の約8倍の濃度にまで増加した。菌類バイオマスの増加は保持期に顕著であり、この段階における窒素の保持に菌類が寄与していることが示された。

エルゴステロール含量の変化から、活性の高い菌体量の増加が制限されることが、保持期から流亡期への移行に関係していると思われた。