

# 金沢市の里山におけるキノコ類とキノコ食昆虫の生物多様性と相互作用

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2297/14627">http://hdl.handle.net/2297/14627</a>

氏名	赤石 大輔
学位の種類	博士(理学)
学位記番号	博甲第799号
学位授与の日付	平成18年3月22日
学位授与の要件	課程博士(学位規則第4条第1項)
学位授与の題目	金沢市の里山におけるキノコ類とキノコ食昆虫の生物多様性と相互作用
論文審査委員(主査)	中村 浩二(自然計測応用研究センター・教授)
論文審査委員(副査)	岡澤 孝雄(留学生センター・教授), 木下 栄一郎(自然計測応用研究センター・助教授), 川幡 佳一(教育学部・教授), 東 浩(自然科学研究科・助教授)

#### 学 位 論 文 要 旨

Biodiversity and interactions of macrofungi and mycophagous insects were studied in a satoyama forest in Kanazawa. The forest was free from management for about 30 years and was mainly covered with deciduous broad leaved oak trees, *Quercus serrata* and *Q. variabilis*, bamboo patches, Japanese cedar plantations and grasslands. The study was conducted using route census method. Total length of the route was 1.2km with 5m width. Macrofungal fruit bodies were quantified by using “patch”, defined as fruit bodies of the same species appeared in 50cm radius.

A total of 175 species (2769 patches) belonging to 26 families in 8 orders were recorded during the 4 year study period. Among 8 orders, the order Agaricales was the most abundant in both number of species and patches. In Agaricales, Russulaceae, Amanitaceae, Tricolomataceae and Boletaceae were dominant. The present study recorded 13 % of the species that were recorded in Ishikawa Prefecture. Fungal flora in the present site showed that *Pinus densiflora* related fungi were few, and saprotrophic fungi composed of 50% of all species. These facts indicate that the study site was overmature with high accumulation of litters and dead logs due to abandonment of forest management.

Spatio-temporal predictability of the fruit bodies of Agaricales as insect food resources is compared among macrofungi with different life styles such as “mycorrhizal fungi”, “wood rotting fungi” and “leaf litter fungi”. Temporal predictability of mycorrhizal and wood rotting fungi was higher than leaf litter fungi. Spatial predictability of mycorrhizal and wood rotting fungi was higher than leaf litter fungi. These facts suggest that the composition of macrofungi with different life styles may change as forest succession proceeds, and then mycophagous insect community, depending on the fungi with different spatio-temporal predictability, will follow the change.

Degree of niche overlapping among 4 dominant mycophagous fly families (Drosophilidae, Muscidae, Phoridae and Mycetophilidae) were examined on 4 dimensions (macrofungal species, seasonality, spatial distribution and developmental stage of fruit bodies). The results showed that the niche segregation on “macrofungal species”, “seasonality” and “spatial distribution” was not clear among the 4 fly families. Distinct niche segregation was detected on “developmental stage of fruit bodies”, indicating that Phoridae and Mycetophilidae used earlier stages, while Drosophilidae and Muscidae later stages. In fruit bodies at late stage, a predator-prey relation was confined between Muscidae and Drosophilidae. Coexistence of dipteran species using the same macrofungus resources might be facilitated by segregation of developmental stages of fruit bodies by the dipteran species. In predator-prey relation between the mycophagous fly species that use the fruit bodies in the same developmental stage, predatory species may exclude the prey species.

(1) キノコは、森林生態系内で、落葉や倒木の「分解者」、樹木と菌根を形成し有機物と無機物を交換する「共生者」、キノコの子実体は他の動物の「エサ資源」として、重要な役割を担っている。しかし、子実体発生期間が短いことや、菌糸本体が地中や木材中に存在することによって、調査が困難であるので、キノコの生態的研究は他の生物群と比較して未発達である。日本国内ではインベントリー調査も不十分であり、キノコの多様性保全に関する対策を全く立てられない状況である。キノコの子実体は、それを利用する昆虫にとって予測性の低い資源であるといわれているが、これまで自然状態で多数のキノコ種が共存する状況での各種の時空間的予測性の検証はほとんどない。キノコを利用する昆虫群集の共存機構は、これまでキノコ食ショウジョウバエ科を中心に共存機構が研究されてきた。しかし、キノコ食昆虫の多様な分類群を扱った調査はこれまで少なく、未解明な部分が多い。本研究は、日本における生物多様性保全の重要な拠点の一つである「里山」において長期的・定量的調査により、(1)キノコ類の群集組成と年次変動、(2)ハラタケ目キノコの群集構造と昆虫の資源としての予測性の評価、(3)キノコ食双翅目群集のキノコ資源利用パターンと種間相互作用を調査した。

## (2) 調査地と方法

金沢大学角間キャンパス内の里山林(約74ha、約30年前に管理放棄されたコナラ・アベマキが優占する二次林)において、ルートセンサス法(全長約1.2km、幅5m)を用いて調査した。キノコの子実体は様々な形があり、一度に出現する子実体数も種ごとに異なる。そのため、本研究では発生量の定量化のために、子実体数ではなく半径50cm以内に発生した同種のキノコ子実体を「パッチ」と定義した。調査ルート上に発生した子実体は全て同定し、パッチ数をカウントした。キノコ食双翅目群集の共存機構の調査のために、キノコ子実体を野外で、発達段階(成菌期、移行期、老廃期)を区別して採集し、実験室に持ち帰り飼育ケースに入れ、子実体内部から双翅目幼虫羽化させて同定した。

## (3) 里山のキノコ類の群集組成と年次変動

日本のキノコ類のインベントリー調査は不十分であり、特にこれまで広葉樹の里山林におけるキノコ相の調査はほとんどない。本研究は、金沢市の里山林で4年間(2000年~2003年の5月~11月)調査をし、里山林のキノコ相を明らかにした。全調査期間を通じて、担子菌亜門7目と子囊

菌亜門 1 目の合計 8 目 26 科 175 種 2769 パッチのキノコを記録した。Ice 法と Bootstrap 法の 2 つの種数推定法を用いた推定種数は、194.7 種と 189.5 種であり、実際の記録種数と近い値をとり、本調査により調査地内のほぼ全種を記録できたとみなせる。これらのキノコ類のうち、ハラタケ目が 14 科 138 種で全体の 78% を占め、最優占グループであった。ハラタケ目の中では、ベニタケ科、テングタケ科、キシメジ科、イグチ科が優占していた。ヒダナシタケ目は 4 科 21 種で全体の 12% を占めたが、そのうち 18 種がタコウキン科であった。それ以外にはホコリタケ目、スッポンタケ目、ニセショウロ目、キクラゲ目、シロキクラゲ目、子囊菌類チャワソウタケ目がみられたが、種数、パッチ数ともに少なかった。調査地のキノコ相の年次変動を見ると、総種数と総パッチ数の変動は、降水量に影響されることが示唆された。優占種は毎年多数発生し安定的であるのに対して、レア種は毎年入れ替わり、変動が大きかった。本研究では、石川県でこれまでに記録されたキノコ全種数の約 13% が記録された。これまでの県内のアカマツ・コナラ混交林での調査結果と比較すると、本調査地ではアカマツと関係を持つキノコ種がほとんどみられなかった。調査地は里山管理されなくなつてからすでに約 30 年が経過しており、アカマツ林も消え、コナラ、アベマキが大径化し、落葉や倒木が増加している。キノコ相は、コナラ・アベマキと共生関係を持つベニタケ科、テングタケ科、イグチ科が優占する発達した広葉樹林の特徴を示し、腐生菌の種数は全体の約 5 割を占めており、管理放棄による里山林の荒廃がキノコ相からも示唆された。

#### (4) ハラタケ目キノコの群集組成と昆虫の資源としての予測性の評価

ハラタケ目キノコの軟質の子実体は短命で、地上に発生する期間は短い。また、子実体の発生量や、季節消長パターンが年により大きく変動するものが多い。発生場所も季節、年により大きく変化する。このため、昆虫にとってこのグループのキノコ子実体は時間的・空間的な「予測性」の低い資源といわれてきたが、昆虫のエサ資源としてのキノコ子実体の時空間的予測性を評価した研究はこれまでほとんどない。そこで本研究では、(1) ハラタケ目の発生パターンと気候要因について解析し、(2) キノコ子実体の時空間的予測性を評価した。

1. キノコの子実体発生の主要因と考えられている気温と降水量について、キノコの生活型、優占科、優占種について重回帰分析を用いて解析した。その結果、気温と降水量の関係では、菌根菌では気温と降水量が正の影響を示した。木材腐朽菌では、気温が負の影響を示し、調査地の木材腐朽菌は低温を好む種が多いことが示された。落葉分解菌では、気温、降水量の影響が見られなかった。

2. 昆虫の「エサ資源」としてのキノコ子実体の時間的・空間的予測性を、「菌根菌」、「木材腐朽菌」、「落葉分解菌」といったキノコの「生活型」ごとに測定し比較を行った。「時間的予測性」は、あるキノコ種の子実体が毎年おなじ季節（月単位）に発生するかを示し、「空間的予測性」は、毎年同じ地点に発生するかを示す。時間的・空間的予測性は Morisita-Horn 指数を用いて評価した。その結果、「時間的予測性」は、菌根菌と木材腐朽菌が落葉分解菌よりも予測性が高いことが示された。また、「空間的予測性」は、5m~1.2km のどの空間スケールで検討した場合も菌根菌と木材腐朽菌は落葉分解菌よりも予測性が高かった。

本調査地では、時間的・空間的予測性の高い菌根菌であるベニタケ科、テングタケ科、イグチ科が多く、それらを選好するイエバエ科が他研究と比較して多かった。これらから、森林の遷移

によるキノコ相の変化に伴い、キノコ資源の予測性の変化を介して、キノコ食群集の群集構造が変化すると考えられた。

#### (5) キノコ食双翅目群集における資源利用パターンと相互作用

キノコのうち、ハラタケ目を利用する昆虫群集では双翅目が優占する。キノコ食双翅目は様々な科を含み多様である。しかし、これまでの研究ではショウジョウバエ科の共存機構のみを対象としており、それ以外の分類群を含んだ包括的な研究は少ない。そこで本研究では、3年間(2002年~2004年の5月~11月)の調査で、調査地のキノコ食双翅目群集のうち優占する4科(ショウジョウバエ科、イエバエ科、ノミバエ科、キノコバエ科)について、「キノコ種」、「季節」、「空間分布」、「子実体の発達段階」を次元としたニッチ解析を、PS指数、Pianka指数およびIwaoの $\omega$ 指数を用いて行った。その結果、「キノコ種」(PS指数、Pianka指数)、「季節」(PS指数)、「空間分布」( $\omega$ 指数)については、4科の間に明確な資源利用の違いはみられなかった。しかし、「子実体の発達段階」による利用パターンでは、4科に違いがみられ、ノミバエ科、キノコバエ科はキノコ子実体の発達段階「初期」の子実体を利用し、ショウジョウバエ科、イエバエ科は発達段階「後期」の子実体を多く利用していた。

$\omega$ 指数を用いたキノコパッチ単位での資源利用の解析では、イエバエ科とノミバエ科、キノコバエ科の間では一定の傾向は見られなかったが、イエバエ科とノミバエ科では常に負値を示し、排他的にキノコパッチを利用していた。また、イエバエ科幼虫はショウジョウバエ科幼虫をキノコ内で捕食することが確認された。キノコの発達段階による利用パターンの分類群間の差が群集内の共存機構に与える影響として、(1) 利用する子実体の発達段階の異なる分類群間では「共存」を促し、(2) 利用する子実体の発達段階が同じ分類群間では「捕食-被食」などの強い相互作用が生じると考えられた。

## 学位論文審査結果の要旨

金沢大学角間キャンパス内のコナラ・アベマキ二次林において、5年間(2000年~2004年)5月~11月まで週2回の頻度で、ルートセンサス法(全長約1.2km、幅5m)を用いてキノコ類とキノコ食昆虫の生物多様性および相互作用を調査した。

全調査期間に、担子菌亜門7目と子囊菌亜門1目の合計8目26科175種2769パッチのキノコを記録した。それらのキノコ類のうち、ハラタケ目が14科138種(全種数の78%)で最優占グループであった。本研究により石川県で記録されている種数の約13%が記録された。また、キノコ相からみて本調査地では、「里山の管理放棄」により植生遷移が進行し、林床が富栄養化していると考えられた。

キノコ食双翅目群集のうち、優占する4科(ショウジョウバエ科、イエバエ科、ノミバエ科、キノコバエ科)について「利用するキノコ種」、「出現する季節」、「空間分布」「子実体の発達段階」を次元としてニッチ解析した結果、キノコ種、季節、空間分布には、4科間に明確な資源利用の違いがみられなかった。しかし、子実体の発達段階による利用パターンには、4科間に以下の違いがみられた：ノミバエ科、キノコバエ科は発達段階「初期」を、ショウジョウバエ科、イエバエ科は「後期」を多く利用していた。また、イエバエ科幼虫によるショウジョウバエ科幼虫の捕食を確認した。発達段階に関連したハエ類の科による利用パターンの違いは、(1) 利用する子実体の発達段階が異なる分類群間に「共存」を促し、(2) 利用する子実体の発達段階が同じ分類群間では「捕食-被食」などの強い相互作用が生じると考えられた。

本研究は、キノコ類とキノコ食昆虫の生態学に関する重要な新知見を多数含んでおり、本委員会は博士(理学)に値すると判断した。