

[別紙 2]

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 棚橋 薫彦

材穿孔性昆虫は樹木の材に入り、材を物理的に破砕しながら栄養を摂取する。材はその大部分が難消化性の高分子化合物から構成され、窒素化合物やステロール類、ビタミン類といった栄養をほとんど含まず、昆虫にとって利用困難な餌資源である。枯死直後の樹木の材に穿孔する昆虫の一部では、微生物と密接な関係を持って材から栄養を得ることが知られている。野外では枯死後時間が経つと、材は木材腐朽菌によって変質して腐朽材となる。シロアリを除くと腐朽材穿孔性昆虫では微生物との明確な共生関係があまり知られていない。その代表的なグループがクワガタムシ科の昆虫であり、幼虫は腐朽材を食べて成長する。その中でも、コクワガタの幼虫は、森林の腐朽材においてかなり大きいバイオマスを占める。この研究では、コクワガタを材料にして、微生物との相互関係を明らかにしたものである。

本論文は6章からなる。第1章は序論であり、材食性昆虫と微生物の関係、クワガタムシにおける栄養生態学、および森林生態系における材食性昆虫の位置づけについて概観している。

第2章では、まず幼虫の齢査定法を確立した。次に、幼虫間の共食いの可能性を明らかにするために、実験室で一定量の腐朽材粉末を2頭の1齢または2齢幼虫に与えた。その結果、共食いが観察され、他個体を食べた個体は被食個体よりも頭幅が大きい傾向があり、食べた個体は共食いをしなかった個体より大きな体重増加を示した。この結果から、腐朽材の窒素含有率は昆虫の体に比べて極めて低いことと共食いの関係について考察している。

第3章では、木材腐朽菌の種類と雌成虫が孵化幼虫のために用意する食物（木屑）が幼虫の成長に及ぼす影響を明らかにするために、オートクレーブしたブナおが屑と無菌的に孵化した幼虫を用いて実験を行っている。その結果、白色腐朽菌ヤケイロタケまたはカワラタケを接種した滅菌おが屑（腐朽材）で幼虫は成長したが、菌を接種しなかったおが屑（未腐朽材）では成長は起こらなかった。孵化幼虫に与えられた食物（木屑）を上述の餌に添加した場合、未腐朽材では効果がなかったが、腐朽材では幼虫の成長を有意に高めた。実験後の検査では、木屑を与えた幼虫はそうでない幼虫に比べて有意に高い頻度で微生物が検出された。これらの結果から、コクワガタの栄養摂取には木材腐朽菌による材の腐朽が必須であること、および雌成虫が準備した木屑には幼虫の栄養摂取を助ける微生物が含まれることが示唆されたと結論付けている。

第4章では、木材腐朽菌そのものが幼虫にとって十分な栄養源になるかどうかを明らかにするために、4種の木材腐朽菌ヤケイロタケ、カワラタケ、ヒラタケ、およびツガサルノコシカケの凍結乾燥菌糸粉末の一定量を寒天中に懸濁して人工飼料とし、孵化幼虫を14

日間飼育している。その結果、幼虫の体重増加はこの順で大きかった。幼虫の成長率と菌糸の窒素含有率との間には有意な正の相関がみられた。また、人工飼料中のヤケイロタケ菌糸の濃度を変えると、幼虫の成長率は菌糸濃度と正の相関を示した。人工飼料に抗生物質を加えた場合、幼虫の成長は約半分になったことから、腸内細菌は幼虫の栄養摂取に正の影響を与えるが、幼虫は腸内細菌がなくても菌糸を栄養源として利用できることが示唆された。さらに、ヤケイロタケ菌糸を含む人工飼料によって幼虫が3齢（終齢）まで発育することが示された。これらの結果から、菌糸が幼虫の主な栄養源であることが示されている。

第5章では、クワガタムシの雌成虫から共生微生物の保持器官と思われる特異的な器官（菌嚢）を初めて発見したこと、および菌嚢が日本産クワガタムシ科のほぼ全ての13属にわたって広く存在することが示されている。この器官からはキシロースの代謝能力を持つ菌類（酵母）が高頻度で分離された。キシロースは広葉樹材の白色腐朽材に多く含まれ、昆虫や微生物を含め多くの生物にとっては利用が困難な物質である。クワガタムシはキシロースの代謝能力を持つ酵母と共生することによって、自然界に豊富に存在する白色腐朽材を利用できるように進化した可能性が示されている。

第6章では、クワガタの栄養生態学とそれに関する微生物について、昆虫による微生物の「利用」と「共生」の二つの観点から議論しており、それらが森林の物質循環の中で果たす役割についても言及している。

このように、本論文では材食性昆虫であるクワガタの栄養生態とそれに関する微生物の関係を明らかにしたものである。特に、クワガタムシ科での菌嚢の存在とその中のキシロース分解性の酵母の存在を初めて明らかにしたことは、この分野の発展に大きく寄与することになると考えられ、審査委員一同は、本論文が学術的にも応用的にも価値が高く、博士（農学）の学位論文に値すると判断した。