

氏名	鈴木 浩之		
学位の種類	博 士 ( 農 学 )		
学位記番号	博 甲 第 8 8 3 1 号		
学位授与年月日	平成 3 0 年 9 月 2 5 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	アカマツ葉さび病菌 <i>Coleosporium</i> speciesの生活史戦略の多様性		
主査	筑波大学教授	農学博士	山岡 裕一
副査	筑波大学教授	博士 (農学)	上條 隆志
副査	筑波大学准教授	博士 (理学)	廣田 充
副査	筑波大学准教授	博士 (農学)	岡根 泉

## 論 文 の 要 旨

本論文は、筑波大学山岳科学センター菅平高原実験所（以下、菅平高原実験所）を調査地とし、アカマツ林における*Coleosporium*属菌の種構成と存在量を把握し、その生態に影響を与えているそれぞれの種の生理、生態的特性を明らかにし、*Coleosporium*属菌の生活史戦略の多様性を示したものである。

*Coleosporium*属菌は、担子菌類、サビキン目（Pucciniales）に属する植物寄生菌であり、日本では28種が報告されており、そのうち12種が二葉マツ類に寄生して、アカマツ・クロマツなどの葉さび病を引き起こす。これらの種は異種寄生性であり、中間宿主（夏孢子・冬孢子世代宿主）として、キク科、キンポウゲ科、ミカン科、シソ科など、それぞれの種が異なる植物を特異的に利用する一方、マツ針葉を精子・さび孢子世代宿主として利用する。しかし、精子・さび孢子世代は形態的に類似しているため、形態的特徴から種を同定することは極めて困難である。また、この菌群は絶対寄生性であるため分離培養することができず、野外での生態を把握することが困難な菌群である。

これまでの調査から、菅平高原実験所にはアカマツを宿主とする*Coleosporium asterum*、*C. clematidis-apiifoliae*、*C. lycopodis*、*C. phellodendri* の4種が存在することが分かっていたが、アカマツ林における各種の存在量や分布などの生態的情報や、その生態に影響を与えているそれぞれの種の生理的特徴は明らかにされていなかった。そこで、著者は、菅平高原実験所を調査地として、*Coleosporium*属菌4種の生態、特にアカマツ林におけるさび孢子世代の存在量や分布に影響を与えているそれぞれの種の生理的特性を明らかにし、それらの生活史戦略を解明することを目的とし、以下の研究を実施し、論文としてまとめた。

本論文の第1章では、マツ類葉さび病を引き起こす*Coleosporium*属菌の野外での生態についてこれまで明らかにされてきたこと、および残された課題について解説し、この課題の重要性を明確に示した。そして、第2章では、まず菅平高原実験所内のアカマツ林から*Coleosporium*属菌のさび孢子堆を採取して、制限酵素断片長多型（PCR-RFLP）法により著者が開発したDNAマーカーを用いて同定し、サンプル当たりの*Coleosporium*属菌4種それぞれの感染針葉数を求め、それを元に算出した感染強度および流行度とアカマツ林内での分布や葉齢との関係性を解析した。その結果、このアカマツ林では*C. phellodendri*が優占していることを確認するとともに、林内に比べ林縁に多くのさび孢子堆を、1年葉よりも2年葉に多くさび孢子堆を形成することなどの特徴を明らかにした。一方、アカマツ林とススキ草原の境界付近に分布するアカマツ実生では、ツリガネニンジン

このアカマツ林で*C. phellodendri*が優占している原因を明確にするため、著者は、第3章では、ツリガネニンジンとキハダ上での冬胞子の存在量と菅平高原実験所とその周辺における分布を調査した。その結果、キハダは、人工的な植栽地も含めアカマツ林から250 m以上離れた位置に分布しているものの、その上の*C. phellodendri*の冬胞子堆積算面積は、アカマツ林に隣接するススキ草原内に広く分布しているツリガネニンジン上での*C. lycopodis*の冬胞子堆の約3000倍と、圧倒的に量が多いことが分かった。また同時に、*C. phellodendri*は担子胞子を250 m以上飛散させ、アカマツ林の針葉に感染していることを明らかにした。

第4章では、著者は、さび胞子世代の存在量や分布に影響を与えている生理的特性を明らかにする目的で、これら4種の冬胞子および担子胞子の発芽特性を調べた。その結果、冬胞子および担子胞子の発芽温度範囲は*C. phellodendri*と*C. lycopodis*では15-25°C、*C. asterum*と*C. clematidis-apiifoliae*では10-25°Cであり、それによって担子胞子の飛散可能な期間が異なることが分かった。また、担子胞子の発芽では、発芽管が伸長する直接発芽と二次担子胞子が形成される間接発芽の2種類の発芽様式が認められ、*C. phellodendri*は間接発芽率が高いことが分かった。一方、*C. clematidis-apiifoliae*担子胞子は間接発芽率は低いものの乾燥耐性を有していることが分かった。第5章では、担子胞子が感染可能なアカマツの部位と成長段階を明らかにするため、当年葉が展開中と展開後のアカマツ苗に対する担子胞子接種試験を行った。当年葉に対しては成長段階に拘わらず4種とも感染することができ、翌年の春にさび胞子堆を形成した。しかし、*C. clematidis-apiifoliae*では展葉後の当年葉に接種した場合に、それ以外の3種では展開中の当年葉に接種した場合により多くの胞子堆が形成された。さらに、*C. phellodendri*は当年葉が展開中の生育段階（初夏頃まで）の1年葉に感染することができた。また、*C. phellodendri*は展葉中の針葉に感染した場合は他種と同様に感染の翌年にさび胞子堆を形成するが、展葉後の針葉に感染した場合は感染2年後にさび胞子堆を形成することを明らかにした。

以上の結果に基づき、著者は第6章でこれら*Coleosporium*属菌4種の生活史戦略について考察した。*C. phellodendri*は、担子胞子の間接発芽能力により、より遠くに担子胞子を飛散させ、アカマツへの到達の可能性を高めている。また、感染可能なアカマツ成長段階の範囲も広く感染の機会を増加させている。さらには、感染の翌年にすべてのさび胞子を飛散させるのではなく、一部は2年後に飛散させ中間宿主への感染の機会を分散している。一方、*C. clematidis-apiifoliae*は間接発芽能力が低く、有効感染飛散距離も短いと思われるが、乾燥耐性が高く、また、展葉後の当年葉でも比較的多くの感染が可能であることから、近接するアカマツ針葉に到達した時には、より確実に感染できる能力を備えていると考えた。*C. lycopodis*と*C. asterum*の2種は、間接発芽能力も乾燥耐性も備えるが、どちらかの能力に特化することなく近接するアカマツ実生等を利用する生活史戦略を取っていると考察した。

## 審 査 の 要 旨

著者は、中部山岳地帯における典型的な二次遷移のパターンであるススキ草原、アカマツ林、落葉広葉樹林が半自然的に維持されている菅平高原実験所の植生を利用し、マツ類葉さび病を引き起こす*Coleosporium*属菌の野外での生態解明に取り組んだ。アカマツ林での精子・さび胞子世代の種構成及び各種の存在量を明らかにし、アカマツ林での分布パターンを解析した。アカマツ林におけるさび胞子世代の存在量や分布に影響を与えているそれぞれの種の生理的特性を調査した結果、その特性の違いから3つの異なる生活史戦略を見出すことができた。菌類を野外で検出し正確に同定すること、またその存在量を比較することは困難であり、特にさび病菌のような植物絶対寄生菌の野外での挙動に関する研究は、これまで殆ど行われてこなかった。野外から得た大量の試料を効率よく正確に同定し、定量、比較することを実現した本研究の成果は、菌類生態学の進展に大きく寄与するものである。また、二葉マツに葉さび病を引き起こす類似の菌種であっても、生理的特性が異なり、異なる生活史戦略を取っていることを明らかにしたことは、さび病菌の生態を理解する上で重要な知見を提供するとともに、本病害の防除対策を考える上でも極めて重要な基礎的情報となった。本論文の成果は、今後の菌類生態学や植物病理学の発展に大きく貢献するものと高く評価することができる。

平成30年7月10日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。