

氏名・本籍	上田 真由美（京都府）
学位の種類	博士（理学）
報告番号	甲第 88 号
学位授与の日付	平成 27 年 3 月 31 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当者
論文題目	海洋におけるヤブレッツボカビ類の季節変動に関する生態学的研究
審査委員	（主査） 教授 本多 大輔 （副査） 教授 田中 修 （副査） 教授 日下部岳広

論文内容の要旨

ヤブレッツボカビ類は無色の単細胞生物であり、ストラメノパイル生物群のラビリンチュラ菌綱に属している。海の有機物分解は、原核生物の細菌類によって行われる微生物ループが、一般的に知られているが、真核生物の分解者はあまり大きく取り上げられてこなかった。ところが近年、真核従属栄養生物であるヤブレッツボカビ類がその生息域の広さと現存量の大きさから、海洋生態系の中で重要な役割を果たしている可能性が示唆されてきている。しかしながら、ヤブレッツボカビ類が年間を通してどのような細胞密度の変動をしているのか、どの属や種が生態的に重要なのか、といった情報はほとんどなかった。

そこで本研究は、河口域と沿岸域の 4 定点で、約 6 年間、1 ヶ月ごとに継続的な調査を行った。まず、ヤブレッツボカビ類の細胞密度を測定したところ、春から夏にかけて数回の急激な増減が観測され、この現象を「ヤブレッツボカビ・スパイク」と名付けた。スパイクの発生に対しては、降雨による塩分低下と水温上昇との関係が示唆された。スパイク発生時を除いた河口域のヤブレッツボカビ類の炭素量バイオマスは、浮遊性細菌類の 1.59%に相当していた。そのサイズの違いによって栄養段階に 1 つ差があるため、エネルギー転送効率を 10%と仮定した場合、ヤブレッツボカビ類から動物プランクトンに達するエネルギーは、浮遊性細菌類の 15.9%にもなることが予想され、物質循環の中で無視できない影響力をもっていることが推察された。また、分離株の分子系統解析から、10 の未同定系統群を含む、多様な系統群の存在が明らかになった。そして、河口域と沿岸域では主要系統群が異なっており、それぞれで違う有機物を栄養源としている可能性が考えられた。さらに、それぞれの定点では季節によって出現する系統群が移り変わっていたことから、ヤブレッツボカビ類は系統群ごとに、水温、塩分、栄養源などの環境要因によって、棲み分けをしている可能性が示唆された。

審査結果の要旨

ヤブレッツボカビ類は、細胞内に高度不飽和脂肪酸などを蓄積し、その医薬品や燃料といった応用的な側面からも注目されている。また、汽水域を含む沿岸から外洋、深海に至る広範囲の海洋に比較的高密度に生息することが示され、その高い増殖能力やセルロースやリグニンといった難分解性の有機物を分解する酵素を生成するなど、海洋の分解者として注目されてきている。しかしながら、年単位の存在量、属や種の空間的および時間的な分布、栄養源の種類といった基礎的な情報は、ほとんど報告がない状況であった。申請者は、約6年間にわたって、複数の定点でサンプリングを繰り返し、粘り強くモニタリングを行うことで、以下に示す数多くの新しい知見を得ることに成功した。

まず、ヤブレッツボカビ類の細胞密度の継続的な観測によって、春から夏にかけて数回の急激な増減が、複数の定点で確認され、一般的な現象として「ヤブレッツボカビ・スパイク」として名付けた。この現象は全く新たな知見であり、特に高密度時の生態系に対するインパクトは非常に大きく、これまでの海洋生態系の理解を越えるレベルとなっている。次に、申請者は約1,000株を分離し、そのうちの約500株について、属レベルに相当する27の系統群に分かれることを示した。これは、夙川河口および大阪湾に、世界中でそれまでに認識されてきた系統群のうち、ほとんどが存在することを意味する予想外の結果であった。さらに、河口域と湾内の間では系統群の組成に違いがあり、この違いは栄養源を異にすることに起因することが示唆された。また水温や塩分といった環境要因によると思われる季節的な系統群の遷移が起こっていることも明確に示した。すなわち、ヤブレッツボカビ類の多様な系統群は、生育環境と季節、栄養源に対して棲み分けを起こしており、複雑に海洋生態系に関与していることを明らかにした。

これまで、海洋の分解者としては、原核生物の細菌類のみが取り上げられてきたが、真核生物のヤブレッツボカビ類が無視できない影響を及ぼしているとともに、その役割は単一のものではなく、様々な物質や生物と関係していることを示唆したことによって、海洋生態系に対して新たな概念を提唱することになったことは高く評価できる。

本研究の成果は、「The 9th International Phycological Congress (2009年、東京)」、「The 9th International Mycological Congress (2010年、イギリス)」、「2012 ASLO Aquatic Sciences Meeting (2012年、大津)」、および「The 10th International Phycological Congress (2013年、アメリカ)」、「2014 Joint Aquatic Sciences Meeting (2014年、アメリカ)」などで発表され、特に2009年のThe 9th International Phycological Congressでは最優秀ポスター賞としてジョージ・パペンフス賞を、2013年の第6回日本進化原生生物学研究会では最優秀プレゼンテーション賞を受賞している。また、成果の一部は、国際学術誌(副論文1編、参考論文4編)に受理、掲載され、国内外において高い評価を受けている。

2015年1月30日、本学の学位規程に従い公開講演を行い、本論文に関する説明と質疑応答を行った。申請者の説明はきわめて明快であり、応答内容も十分満足できるものであった。

以上により審査委員は本論文提出者(上田真由美)が、博士課程の修了に必要な所定の単位を修得し、かつ、必要な研究指導を受け、博士論文の審査及び最終試験に合格したので、博士(理学)の学位を授与せられるに充分なる資格をもつものであると認める。