HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Systematic biology and sexuality in the genus Scytosiphon (Scytosiphonaceae, Phaeophyceae) [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	星野, 雅和
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第14367号
Issue Date	2021-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/81969
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Masakazu_Hoshino_abstract.pdf, 論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称　博士（理　学）　氏　名　　星野　雅和

学 位 論 文 題 名

Systematic biology and sexuality in the genus *Scytosiphon* (Scytosiphonaceae, Phaeophyceae)
（褐藻カヤモノリ属（カヤモノリ科）における系統分類、生殖隔離、生殖様式について）

カヤモノリ（*Scytosiphon*）属は褐藻カヤモノリ科に属し、熱帯域を除く世界中の沿岸に広く分布する。生活環は、雌雄同型で巨視的な配偶体と、微小で盤状な胞子体が交代するものであり、有性生殖は同型配偶である。日本ではカヤモノリ（*S. lomentaria*）1 種のみが知られ、沖縄から北海道まで分布する。しかし、近年の分子系統解析から、カヤモノリは複数の隠蔽種を含むことが示唆されていた。本学位論文では、カヤモノリを対象とし、第 1 部（1-3 章）にて、その分子系統、分類、そして種間の生殖隔離機構を、第 2 部（4-7 章）にて、その野外集団の繁殖様式を解明することを目的とした。

第 1 部：褐藻類では、その形態の単純さから、形態に基づく種分類がしばしば困難である。そのため、分子系統解析が用いられるようになると、多くの隠蔽種が発見されるようになった。しかし、多くの研究は、隠蔽種の存在を報告・新種記載するのみにとどまり、隠蔽種間の生殖隔離機構には目を向けていない。第 1 部では、日本産のカヤモノリと、以前カヤモノリ属に属していたウスカヤモ（*Planosiphon gracilis*）を対象として、複数遺伝子を用いた分子系統解析を行った上で、推測された隠蔽種間で交雑試験を行い、どのような生殖隔離機構が存在するのか調べた。分子系統解析は、カヤモノリは少なくとも 6 種の隠蔽種（種 1-6）を含むことを示唆した。カヤモノリ種 1-5 は九州以北に分布しており、各種の分布域は重複する。一方、種 6 は沖縄島にのみ発見され、他種との分布域の重複は確認できなかった。交雑試験では、種 1 -5 間では接合前隔離（配偶子不和合性）が広く観察されたが、種 6 は種 1 以外の種と雑種接合子を形成し、接合前隔離が未発達であった。このことから、分布域の重なる種 1 -5 にて、“強化（同所的異種間での非適応的な種間交雑のために、接合前隔離機構の発達が自然選択により促進される）” が起こったものと推測された。ウスカヤモでは、分子系統解析は 3 種の隠蔽種（種 i-iii）の存在を示唆した。種 i と種 ii は本州で広く分布域が重複していた。一方、種 iii は道東のみに発見され、有性生殖は確認されなかった。交雑試験では、種 i と種 ii は配偶子不和合性により生殖的に完全に隔離されていることが示された。以上から、日本のカヤモノリは 6 種、ウスカヤモは 3 種を含むものと結論し、カヤモノリ属から 4 新種（*S. shibazakiorum*, *S. tosaensis*, *S. arcanus*, *S. subtropicus*）、ウスカヤモ属から 1 新種（*Pl. nakamurae*）を記載した。

第 2 部：単為生殖（単為発生）とは未接合の配偶子が新たな個体へ発達する無性生殖の一様式である。褐藻類では、カヤモノリも含めて、未接合の配偶子の単為発生が培養下で広く観察される。そのため、褐藻類の生活環には単為発生経路が描かれることが多いが、単為発生が野外でも機能しているのかを調べた研究はわずかである。第 2 部では、カヤモノリ属を対象として、単為生殖に焦点を当てて野外集団の生殖様式を調査した。第 4 章では、*S. shibazakiorum* の性比 1:1 の有性生殖が起こる野外集団にて、単為生殖の繁殖への寄与を調べた。野外にて 126 個体の胞子体を採集したところ、120 個体が有性生殖に、2 個体がメス配偶子の単為発生に、4 個体がオス配偶子の単為発生に由来することが示された。よって、単為発生は野外の有性集団でも機能するものの、その繁殖への寄与（4.8%）は有性生殖のそれ（95.2%）と比較してずっと小さいと結論した。一方、第 5-7 章では、*S. lomentaria* と *S. promiscuus* にて、雌雄両個体を含み有性生殖を行う集団（有性集団）のほかに、メス個体のみからなり単為生殖を介して繁殖する、単為生殖集団を発見した。どちらの種でも、単為生殖集団は寒冷地（寒流親潮の影響の強い地域など）に発見される傾向があった（例外として、*S. promiscuus* で温暖な高知県に単為生殖集団が発見され

た)。また、有性集団と単為生殖集団が側所的に分布する地点が 3 か所見つかったが、いずれの地点でも、単為生殖集団のほうが有性集団よりも波当たりの良い場所に生育していた。単為生殖（無性的）系統が、近縁な有性系統と比較して、特定の環境に偏って分布する現象は“geographic parthenogenesis”として知られ、陸上植物や動物では多くの報告があるが、褐藻類では著者の知る限り 2 例のみで、単為生殖集団が寒流域ないしは波当たりの強い地点に偏って分布することは、本研究で初めて報告されたものである。また、核ゲノムの 522-865 遺伝子座の一塩基多型情報を用いた集団遺伝学的解析と系統解析は、*S. lomentaria* と *S. promiscuus* のそれぞれで、単為生殖系統が少なくとも 2 回進化してきたことを示唆した。陸上植物や動物では、単為生殖系統の多くが種間交雑由来であることが知られているが、本研究の分子系統解析の結果は、単為生殖系統の種間交雑由来を支持せず、カヤモノリ属における単為生殖系統の直接的な起源は今のところ不明である。また、単為生殖集団と有性集団のメス配偶子を比較し、単為生殖集団のメス配偶子は、有性的形質（性フェロモン生産能と、一部の系統ではオス配偶子との融合能力）を失う（もしくは抑制している）一方で、無性的形質（高い単為発生能力と、一部の系統では大きな配偶子サイズ）を獲得していることを明らかにした。更に、先行研究と本研究の結果を合わせて、褐藻類における、無性化に伴う配偶子形質の進化パターンとその意義を議論した。

以上、本研究は、第 1 部では、近縁種間に働く生殖隔離機構に関して重要な新知見をもたらし、褐藻類の種分化の理解に貢献した。更に、第 2 部では、有性生殖と単為生殖の空間的な分布パターンと、単為生殖系統の進化メカニズムについて重要な新知見をもたらし、褐藻類の野外集団における繁殖様式の理解に貢献した。