

氏名	こうのますみ 河野真澄
学位(専攻分野)	博士(理学)
学位記番号	理博第3171号
学位授与の日付	平成19年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	理学研究科生物科学専攻
学位論文題目	ソテツの生殖生物学的研究 ——送粉システムの解明と受粉滴と受精液の分泌の理解——
論文調査委員	(主査) 教授 戸部 博 助教授 酒井章子 教授 永田 俊

### 論文内容の要旨

ソテツ植物は近年の分子系統解析によって、現生の裸子植物で最も早く分岐したグループであり、従って、種子植物の進化を知る上で重要な場所を占める分類群であることが明らかにされている。現生のソテツ植物は熱帯から亜熱帯にかけて分布し、大きく分けて2つの群からなる。1つがソテツ属だけからなるソテツ科であり、もう1つがアフリカの *Encephalartos*、オーストラリアの *Macrozamia*、中南米の *Zamia* を含む約10属からなるザミア科である。ソテツ植物が系統上重要な位置を占めるにも関わらず、短い時間に起こる生殖に関する出来事について、これまで十分に研究されたことがなかった。特にアジアを中心に分布するソテツ科については、送粉システムのような基本的なことから実験的に確かめられたことはなく、またソテツ植物全体についても、花粉を珠孔から胚珠内に運ぶ仕組みについて詳しく観察されたことはなかった。さらに、受粉、受精の時に重要な役割をはたす受粉滴や受精液がどこからされるのか、未だに分かっていない。本研究では、宮崎県を分布の北限とするソテツ (*Cycas revoluta*) を使って、これらの問題を明らかにするための観察と実験を行った。

第1章では、ソテツが風媒か虫媒かを明らかにするために、袋がけ実験、空中花粉の測定、昆虫の捕集などを行った。その結果、ソテツは風媒と虫媒の両方が行われていることが明らかになった。風媒は、雄株が雌株より2m以内にある場合に限られ、それより遠くにある場合には虫媒を行っていた。虫媒は、ソテツを生活場所としているケシキスイが、花粉の時期には送粉者として働くことによって行われていた。従って、植物種と送粉者(ゾウムシやアザミウマ)の強い関係が見られるザミア科の虫媒とは対照的に、ソテツの虫媒は昆虫との関係の点で原始的なかたちと言える。

第2章では、ソテツの受粉滴がいつどのような条件下で分泌し、花粉を輸送しているかについて明らかにするために、昼夜を通した大孢子嚢穂内の湿度測定と、走査型電子顕微鏡による珠孔の観察を行った。その結果、ソテツの受粉滴は夜間の高湿度時に形成され珠孔から分泌されることが明らかになった。さらに、受粉滴は、前日までに昼間に風または昆虫によって運ばれて珠孔近くに付着した花粉をとりこみ、翌日の昼間、水分の蒸発に伴って受粉滴が珠孔から中に引き込まれる際に花粉を胚珠内に運びこむことも明らかになった。ソテツの送粉は、一般には送粉条件として好ましくない湿度の高い梅雨の季節に行われている。しかし、本研究の結果は、受粉滴の形成が送粉時期の選択に優先しているを示している。

第3章では、透過型電子顕微鏡による観察によって、ソテツの受粉滴が花粉室周辺の珠心細胞から分泌されていることを明らかにした。また花粉室の形成は受粉に先立って起こり、そのための珠心の崩壊が先端からでなく中央からおこることがイチョウ、ザミア科と共通であることを明らかにした。

第4章では、造卵器室における受精液の存在を確かめ、さらに従来、花粉管に由来すると考えられてきたソテツの受精液が、雌性配偶体の造卵器室周辺から分泌されることを、実体顕微鏡とビデオ撮影によって観察で明らかにした。また、透過型電子顕微鏡の観察によって、受精液は造卵器室周辺の表皮下2-3細胞層の細胞が供給源となっていることを突き止めた。

以上の結果、ソテツの研究によって、ソテツ科の送粉システム、受粉滴の分泌時期と花粉輸送のしくみ、受粉滴と受精液

がそれぞれどの組織に由来するか、ソテツ植物について初めて明らかになった。受粉滴と受精液の分泌時期やそれが由来する組織に関するデータの多くはイチョウも含めた、精子による受精を行う裸子植物にとっても初めてのデータである。今後裸子植物全体（主にイチョウと針葉樹）の比較研究のために、多くの基礎的データを提供できた。

## 論文審査の結果の要旨

ソテツ植物は近年の分子系統解析によって、現生の裸子植物で最も早く分岐したグループであり、従って、種子植物の進化を知る上で重要な場所を占める分類群であることが明らかにされている。現生のソテツ植物は熱帯から亜熱帯にかけて分布し、大きく分けて2つの群からなる。1つがソテツ属だけからなるソテツ科であり、もう1つがアフリカの *Encephalartos*, オーストラリアの *Macrozamia*, 中南米の *Zamia* を含む約10属からなるザミア科である。ソテツ植物が系統上重要な位置を占めるにも関わらず、短い時間に起こる生殖に関する出来事について、これまで十分に研究されたことがなかった。特にアジアを中心に分布するソテツ科については、送粉システムのような基本的なことすら実験的に確かめられたことはなく、またソテツ植物全体についても、花粉を珠孔から胚珠内に運ぶ仕組みについて詳しく観察されたことはなかった。さらに、受粉、受精の時に重要な役割をはたす受粉滴や受精液がどこからされるのか、未だに分かっていない。本研究では、宮崎県を分布の北限とするソテツ (*Cycas revoluta*) を使って、これらの問題を明らかにするための観察と実験を行っている。

第1章では、ソテツが風媒か虫媒かを明らかにするために、袋がけ実験、空中花粉の測定、昆虫の捕集などを行っている。その結果、ソテツは風媒と虫媒の両方が行われていることを明らかにした。風媒は、雄株が雌株より2m以内にある場合に限られ、それより遠くにある場合には虫媒を行っていた。虫媒は、ソテツを生活場所としているケシクスイが、花粉の時期には送粉者として働くことによって行われていた。従って、植物種と送粉者（ゾウムシやザミウマ）の強い関係が見られるザミア科の虫媒とは対照的に、ソテツの虫媒は昆虫との関係の点で原始的なかたちを残しているという興味深い事実を明らかにした。

第2章では、ソテツの受粉滴がいつどのような条件下で分泌し、花粉を輸送しているかについて明らかにするために、昼夜を通した大孢子嚢穂内の湿度測定と、走査型電子顕微鏡による珠孔の観察を行った。その結果、ソテツの受粉滴は夜間の高湿度時に形成され珠孔から分泌されることが明らかになった。さらに、受粉滴は、前日までに昼間に風または昆虫によって運ばれて珠孔近くに付着した花粉をとりこみ、翌日の昼間、水分の蒸発に伴って受粉滴が珠孔から中に引き込まれる際に花粉を胚珠内に運びこむことも明らかになった。

第3章では、透過型電子顕微鏡による観察によって、ソテツの受粉滴が花粉室周辺の珠心細胞から分泌されていることを明らかにした。また花粉室の形成は受粉に先立って起こり、そのための珠心の崩壊が先端からでなく中央からおこることがイチョウ、ザミア科と共通であることを明らかにしている。

第4章では、造卵器室における受精液の存在を確かめ、さらに従来、花粉管に由来すると考えられてきたソテツの受精液が、雌性配偶体の造卵器室周辺から分泌されることを、実体顕微鏡とビデオ撮影によって観察で明らかにした。また、透過型電子顕微鏡の観察によって、受精液は造卵器室周辺の表皮下2-3細胞層の細胞が供給源となっていることを突き止めた。

以上の結果、ソテツの研究によって、ソテツ科の送粉システム、受粉滴の分泌時期と花粉輸送のしくみ、受粉滴と受精液がそれぞれどの組織に由来するか、ソテツ植物について初めて明らかになった。受粉滴と受精液の分泌時期やそれが由来する組織に関するデータの多くはイチョウも含めた、精子による受精を行う裸子植物にとっても初めてのデータであり、学術的価値が極めて高い。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。また、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。