

平成21年 6月24日現在

研究種目：基盤研究（B）海外学術調査

研究期間：2006～2008

課題番号：18405014

研究課題名（和文） 人間環境としての照葉樹林の植物学的解析——中国と日本を対比して

研究課題名（英文） A botanical study of lucidophyllous forests with special reference to human environment in China and Japan

研究代表者

岩槻 邦男

兵庫県立人と自然の博物館・館長

研究者番号：10025348

研究成果の概要：本研究は、中国と日本に残されている照葉樹林の構造と機能を、その主要構成植物群の一つであるシダ植物に着目して比較観察し、その異同と人為的影響を植物学的に明らかにすることを通じて、照葉樹林の持続性を考える科学的根拠を提供することを目的としている。植生調査、毎木調査、植物標本・試料の採集を行い、得られた解析結果をもとに、伐採や開発といった人間活動が照葉樹林に及ぼす影響について多角的視点から考察した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	6,400,000	1,920,000	8,320,000
2007年度	3,900,000	1,170,000	5,070,000
2008年度	3,100,000	930,000	4,030,000
年度			
年度			
総計	13,400,000	4,020,000	17,420,000

研究分野：植物分類学、植物系統学、植物形態学

科研費の分科・細目：生物多様性・分類

キーワード：照葉樹林、シダ植物、日中比較、種多様性、種分化、植物相、武夷山世界自然遺産地域、西双版纳自然保護地域

## 1. 研究開始当初の背景

### (1) 研究背景

照葉樹林は東アジアとりわけ日華植物区系区に特徴的な植生であり、照葉樹林文化が日本文化の形成に重要な意味をもったことが指摘されている。人間生活と関わりが深いこともあって、近時、照葉樹林の破壊が進んでいることが指摘されており、やがて照葉樹林を見ることができなくなるのではないかと危惧されることさえある。

日本の照葉樹林の植生研究は進んでいるが、人間生活と調和ある共存を維持する方策を提

言するためには、照葉樹林の植物学および植物群落学的解析をさらに深め、生物多様性保全の視点からその動態を究めることが緊急に必要とされる。また、日本の照葉樹林の実態を知るためには、同じ日華植物区系区に属しながら、地形、地史、気候などの環境条件、また周辺に住む人たちの行動様式の違いから、微妙に異なっていると推量される中国の照葉樹林の種組成および種多様性との比較研究が期待される場所であるが、予備的な植生調査以外には、生物多様性保全の視点から現在日本で進められている詳細な解析手法を適用

して中国の照葉樹林を調査・解析した例はない。

本研究では、中国の照葉樹林として、雲南省の点蒼山地域および西双版納自然保護地域、また福建省の武夷山世界自然遺産地域を対象にして詳細な調査を行う。これらの地域は、典型的な照葉樹林が分布している他、両地域とも中国の研究者の積極的な協力の期待できる候補地であり、具体的な研究計画を設定するのにもっとも適している。

3年間の計画で、日本と中国の照葉樹林の種組成および種多様性の詳細な比較を行い、そこに及ぼされた人間生活の影響を考察して、照葉樹林の保全に向けて今なすべきことは何かを提言するだけのデータを集積したい。

## (2) 研究の意義

①本研究では、中国と日本の照葉樹林の構造を、種分化の過程を含めて植物学的に詳細に比較し、その異同と人為的影響のあり方を通じて両国の照葉樹林の現状を明らかにする。これにより、照葉樹林の持続性を論じる根拠を提供することができる。植生の比較にとどまらず、人との関わりにおいて照葉樹林の実体を捉える点は独創的である。

②照葉樹林の生態学的研究は、多方面から進められ多くの業績があげられている。なかでも植生学、群落生態学の視点から服部、石田、橋本、武田らは照葉樹林における種組成と環境要因の対応関係や種多様性を維持する要因の研究を進め、さらに日本国内の照葉樹林構成種の全リストの作成を終了した。それらの研究対象地は西表島、石垣島、沖縄本島、奄美大島、徳之島、屋久島、宮崎県、対馬、八丈島、御蔵島などの国内に残る大規模照葉樹林のほぼ全域に及んでいる。一方、中国の照葉樹林については、植物相の観点からの観察は進められているものの、詳しい植生が記録されるに至っていない。とりわけ、日本の照葉樹林と対比させて解析すべき地域の詳細な観察に遅れをとっている。また、照葉樹林の植生研究は行われていてもそこで演じられているさまざまな植物学的現象の解析はほとんど進んでいない。そのような認識に立って、この研究では、中国の研究者の協力が得られる優れた照葉樹林で日本と対比しながら解析を行い、あわせて林床のシダ植物をモデルに種分化の解析を行うことによって、植生を構成する種の多様性や動態を解明するものであり、他に例を見ない研究である。

③照葉樹林の林床に生じる草本のうち、シダ植物については、植物相の観点からの記載は進んでいるものの、個々の種の構造、とりわけ近縁種間の類縁の解析には問題が山積している。日本の照葉樹林構成種についても、中国に生じる種との詳細な比較が進められる研究基盤が整ってきている。岩槻、林らは中国

植物誌計画に協力しながら、中国の研究者と種分化の解析を共同して進める体制を整えている。林床における種分化を、まとまった分類群であるシダ植物を対象に解析することにより、照葉樹林の構造と成り立ちについての理解が深められると期待される。

④照葉樹林の植物学的実像を描き出すためには、この地域における特徴的な種分化の研究が不可欠である。照葉樹林の林床の草本に占めるシダ植物の割合が大きいことは知られており、シダ植物のうちでもオシダ属などを材料に、モデルとして種分化の解析を行うことも本研究の特徴であるといえる。

⑤中尾佐助、佐々木高明らによって、日本の文化は照葉樹林文化の一環であることが指摘された。照葉樹林の産物と人の生活との関係は、日中を比較しながら検討されてきたが、文化を生んだ母体とされる照葉樹林の科学的解析はまだ十分ではない。本研究は、植物学の視点で照葉樹林を解析し、ここで育った文化の特異性は何かを解析する重要な基礎的データを提供することが期待される。

## 2. 研究の目的

本研究は中国と日本に残されている照葉樹林の構造と機能を比較観察し、その異同と人為的影響を植物学的に明らかにすることを通じて、照葉樹林の持続性を考える科学的根拠を提供することを目的としている。

## 3. 研究の方法

### (1) 調査地

研究初年度（平成18年度）に福建省の武夷山世界自然遺産地域および雲南省の西双版納自然保護地域において予備調査を行い、照葉樹林の広がりや自然性を概観し、研究の具体的方法や発展性について検討した。また、調査許可の手続きやアクセスなどについても検討した。その結果、植生調査の対象地としては西双版納自然保護地域（菜阻河自然保護区）、植物標本および試料の採集地としては武夷山世界自然遺産地域がそれぞれ適地であると判断し、両地域を調査地として選定した。このほか、日本では自然性の高い照葉樹林が残された南日本を中心に植生調査を実施した。

### (2) 方法

#### ①植生調査・毎木調査

中国では雲南省菜阻河自然保護区の照葉樹林および照葉樹林の伐採跡地や開墾地に成立したカバノキ科カバノキ属の *Betula alnoides* が優占する10~40年生の二次林(以下、*Betula alnoides* 林)において、日本では南日本の照葉樹林および照葉二次林において植生調査を行った。屋久島では照葉樹林の伐採跡地に植林されたスギ人工林におい

でも植生調査を行った。

植生調査では、まず 100 m<sup>2</sup> の調査区を相観・構造の均質な林分に設置した。調査区の設置後、階層を高木層、亜高木層、第1低木層、第2低木層、草本層の5層、あるいは亜高木層を欠く4層に区分し、各階層の高さと植被率を記録した。次に、調査区内に出現する維管束植物（中国ではシダ植物のみ）の被度（%）を目視により測定した。被度の最小値は0.01%とした。環境条件として、海拔、斜面方位、斜面傾斜を記録した。なお、菜陽河自然保護区の *Betula alnoides* 林では植生調査に加え、毎木調査も行った。

#### ②植物標本および試料の採集

シダ植物の植物標本および試料の採集を、中国福建省武夷山地域（武夷山自然保護区および武夷山山脈の北東部（茫蕩山））の照葉樹林で行った。植物標本の観察・同定から、武夷山地域のシダ植物のリストを作成した。また、植物試料をもとに、細胞学的観察、走査型電子顕微鏡を用いた孢子形態観察を行った。

#### ③解析

植生調査・毎木調査・植物標本および試料の採集によって得たデータを、以下の10の視点から解析した：(1) 中国雲南省南部菜陽河自然保護区におけるシダ植物の種多様性および種組成と微地形の関係、(2) 日中における照葉樹林下に生育するシダ植物の種多様性の比較、(3) 中国雲南省菜陽河自然保護区の照葉樹林と *Betula alnoides* 林におけるシダ植物の種多様性および種組成の比較、(4) 中国雲南省菜陽河自然保護区に分布する *Betula alnoides* 林の構造と動態、(5) 南日本における照葉二次林の種多様性・種組成の地理的変異とその要因、(6) 屋久島低地部の照葉樹林とスギ人工林における種多様性および種組成の比較、(7) 武夷山地区の照葉樹林におけるシダ植物の多様性、(8) ナンピイノデの中国福建省新記録、(9) 武夷山地区のシダ植物の細胞学的研究、(10) 走査型電子顕微鏡を用いた武夷山地区のシダ植物の孢子形態観察。以上の番号は、「4. 研究成果」欄の番号に対応している。

### 4. 研究成果

(1) 中国雲南省南部菜陽河自然保護区における照葉樹林のシダ植物の種多様性および種組成と微地形の関係

菜陽河自然保護区の照葉樹林において、谷部、斜面下部、斜面中部、斜面上部、尾根部の5つの微地形単位上に複数の調査区を設置し、シダ植物に着目して植生調査を行った。得られた調査資料をもとに、シダ植物の種組成および種多様性と微地形条件の関係を解析した。

解析の結果、シダ植物全種の種組成は、谷

部、斜面下部、斜面中部、斜面上部、尾根部の微地形単位ごとに類似していること、各微地形単位間の組成は比較的明瞭に区分できることが明らかになった。一方、林床シダ（林床に生育するシダ植物）の場合では斜面上部と尾根部との区分、着生シダ（樹上等に着生するシダ植物）の場合では谷部と斜面下部との区分がシダ植物全種の場合と比べ不明瞭であった。このことから、微地形条件による種組成の分化のメカニズムは林床シダと着生シダで異なる可能性が考えられた。

シダ植物全種の単位面積あたりの出現種数は、斜面系列上に沿って谷部から尾根部にむかうにつれ低下傾向を示していた。林床シダと着生シダのそれぞれでみると、林床シダについては斜面系列上に沿って谷部から尾根部にむかうにつれ低下傾向を示したが、着生シダについてはこのようなパターンはみられなかった。このことから、照葉樹林のシダ植物の種多様性と微地形との対応は、着生シダよりも林床シダで顕著に表れることが示唆された。

これらの知見は、微地形条件がシダ植物の種組成の分化や種多様性の変異に及ぼす影響を明らかにしたものであり、シダ植物の生態理解とその保全にあたり極めて有益な情報といえる。

(2) 日中における照葉樹林下に生育するシダ植物の種多様性の比較

中国本土における照葉樹林の種多様性の特徴を明らかにするために、雲南省思茅市南東部の菜陽河自然保護区の照葉樹林においてシダ植物を指標とした植物の種多様性を調査し、日本の5地域における自然性の高い照葉樹林での既存調査資料と比較するとともに、種多様性と環境要因との対応関係について解析した。なお、種多様性の指標としては、単位面積あたりの種数のほか、Shimpson 指数 C、Shannon-Wiener 係数 H'などを用いた。また、種多様性（シダ全種種数、地生シダ種数、着生シダ種数の平均値）と環境要因（最寒月の月の平均気温、年降水量、調査林分における最大径の高木の胸高周囲）との相関関係を解析するためにピアソンの相関確率係数を求めるとともに、種多様性の指標を従属変数、複数の環境要因を独立変数とする重回帰分析を行った。

種多様性の比較および重回帰分析の解析結果から、日中間での照葉樹林における種多様性の差違のパターンは林床シダと着生シダとは異なり、地生シダについての地域間差違は気温要因による影響によって生じていること、着生シダについての地域間差違は林冠構成木の太さに代表される攪乱要因による影響が最も強いが気温要因や降水量に代表される湿潤要因による影響によっても

生じていることが示唆された。菜阻河では日本に比べ特定の種の植被率が卓越するのではなく、様々な種が林内で均等に分布していることが示唆された。

### (3) 中国雲南省菜阻河自然保護区の照葉樹林と *Betula alnoides* 林におけるシダ植物の種多様性および種組成の比較

菜阻河自然保護区の照葉樹林および照葉樹林の伐採跡地や開墾地に成立した *Betula alnoides* 林において、シダ植物に着目して植生調査を行った。得られた調査資料をもとに、種組成および種多様性を森林タイプ間で比較した。

解析の結果、全種シダ、森林生の地上生シダ、森林生の着生シダの調査区あたりの平均出現種数は照葉樹林と *Betula alnoides* 林で差異は認められなかった。このことから、100m<sup>2</sup>あたりのシダ植物の種数は、照葉樹林破壊後の40年以内に原生林のレベルまで回復することが示唆された。一方、種組成の解析結果をみると、森林タイプごとに調査区にゆるいまとまりが認められ、照葉樹林と *Betula alnoides* 林の調査区は比較的明瞭に区分された。このことから、シダ植物の種組成が原生林のレベルまで回復するには40年以上の年数が必要であることが示唆された。

これらの知見は、伐採・開発といった人間活動が照葉樹林に及ぼす影響の一端を明らかにするものであり、当保護区の照葉樹林の保全にあたり有用な情報といえる。

### (4) 中国雲南省菜阻河自然保護区に分布する *Betula alnoides* 林の構造と動態

菜陽河自然保護区において、照葉樹林の伐採跡地や開墾地に成立した *Betula alnoides* 林を対象に毎木調査を行い、構造・動態について解析した。

解析の結果、*Betula alnoides* の幹数は時間の経過と共に減少していくこと、当樹種の幹数の減少は光獲得競争に起因する非林冠幹の枯死に大きくよっていること、当樹種は耐陰性が非常に低く、閉鎖林冠下では個体群を維持できないことなどが明らかとなった。また、当樹種が照葉樹林破壊後の生態系の回復、特に森林構造の回復に果たす役割は非常に大きいことなどが示唆された。

これらの知見は、伐採・開発などの人間活動の影響を大きく受けた照葉樹林がどのような構造変化を経て回復にいたるのか明らかにしたものであり、当保護区および照葉樹林の遷移過程の解明に寄与するほか、その保全にあたっても有益な情報といえる。

### (5) 南日本における照葉二次林の種多様性・種組成の地理的変異とその要因

対馬、宮崎県、屋久島、西表島の照葉二次

林において植生調査を行い、これらの地域間の種組成・種多様性の地理的変異とその要因について解析した。

解析の結果、南日本の照葉二次林では気温条件が種多様性と種組成の地理的変異をもたらす主要な要因であること、その地理的変異には気温条件だけでなく降水量条件も有意な影響を与えていること、気温条件と降水量条件の影響は生活形によって異なることなどが明らかとなった。

木本種だけでなく、シダ植物、草本、藤本を含め、全種を対象に照葉樹林における種多様性や種組成の地理的変異を解析した例は極めて少ない。本研究の知見は植物生態学および植物地理学の視点から極めて重要なものであり、今後の発展がさらに期待される成果といえる。

### (6) 屋久島低地部の照葉樹林とスギ人工林における種多様性および種組成の比較

屋久島の照葉樹林伐採跡に植林されたスギ人工林で植生調査を行い、その種組成および種多様性について、照葉樹林との比較・解析を行った。

解析の結果、スギ人工林では照葉樹林構成種の種多様性が照葉樹林のそれと比較して小さいこと、スギ人工林には照葉樹林構成種だけでなく非照葉樹林構成種も多く生育していること、照葉樹林では常緑木生藤本、多年生草本、ラン科植物、着生シダのそれぞれ数種が指標種として含まれていたが、スギ人工林では含まれていないことなどが明らかとなった。一方、スギ人工林において照葉樹林構成種が全く欠落するわけではなく、その組成比は比較的大きいことも示された。

これらの知見は、人工林化が照葉樹林の種組成・種多様性に及ぼす影響の一端を明らかにし、人工林における種多様性保全の可能性を示唆するものであり、今後の人工林の管理指針に有用な情報であるといえる。

### (7) 武夷山地区の照葉樹林におけるシダ植物の多様性

武夷山自然保護区と武夷山山脈の北東部（茫蕩山）の照葉樹林のシダ植物を採集し、植物標本の観察・同定から、武夷山地区のシダ植物のリストを作成した。計538点の標本をもとに形態観察・同定を進めた結果、27科60属214種が認められた。

### (8) ナンピイノデの中国福建省新記録

武夷山地区で得たシダ植物標本を精査した結果、日本固有種と考えられていたナンピイノデを確認し、中国福建省新記録、中国新産であることを報告した。また、細胞学的観察から本種が有性生殖2倍体であることを確認した。

(9) 武夷山地区のシダ植物の細胞学的研究  
著者らは、福建省で得た24種のシダ植物試料を対象にして細胞学的研究の成果を発表している(Lin et al. 2001)。ここでは、この既往研究に引き続き、武夷山地区で得た17種のシダ植物試料を対象に染色体数を調べ、その情報をとりまとめた。

(10) 走査型電子顕微鏡を用いた武夷山地区のシダ植物の孢子形態観察

孢子形態の情報は、シダ植物の系統学的研究に有用である。ここでは、武夷山地区で得た13科16種のシダ植物試料を対象に、走査型電子顕微鏡を用いた孢子形態観察を行い、その特徴をまとめた。

上記(7)から(10)の知見は、当保護地区の植物種の多様性解析や種分類学の基礎情報となるほか、その発展に大きく寄与するものである。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0件)

[学会発表] (計 6件)

- (1) 黒田有寿茂・石田弘明・橋本佳延・武田義明・田村和也・岩切康二・武素功・岩槻邦男・服部 保、中国雲南省菜陽河自然保護区における照葉樹林とカバノキ科二次林の種組成および種多様性の比較—シダ植物に着目して、日本生態学会第56回大会、2009年3月17日-21日、岩手県立大学
- (2) 石田弘明・黒田有寿茂・武田義明・田村和也・岩切康二・武素功・岩槻邦男、中国雲南省菜陽河自然保護区におけるカバノキ二次林の構造と動態、日本生態学会第56回大会、2009年3月17日-21日、岩手県立大学
- (3) 橋本佳延・岩槻邦男・服部 保・武田義明・黒田有寿茂・澤田佳宏・石田弘明、中国雲南省南部菜陽河自然保護区における照葉樹林のシダ植物の多様性と地形との関係(予報)、植生学会第13回大会、2008年10月11日-13日、東京農工大学
- (4) 黒田有寿茂・石田弘明・岩切康二・福井聡・服部 保、屋久島低地部におけるス

ギ人工林の種組成および種多様性とその地域間差異、植生学会第13回大会、2008年10月11日-13日、東京農工大学

- (5) Lin Su-Juan, Jianqiu LIU, Takeshi SUZUKI, Haisheng LU, Atsushi EBIHARA, Zikun XU, Sugong Wu and Kunio IWATSUKI、Current Plant Diversity studies and Conservation in the World Culture and Nature Heritage, Wuyi Mountain, China、International Symposium on East Asian Plant Diversity and Conservation、2008年8月2日-3日、北海道大学
- (6) 長本三鈴・林蘇娟・鈴木武・海老原淳・盧海声・劉劍秋・徐自坤・武素功・岩槻邦男、中華人民共和国福建省武夷山における *Polystichum otomasui* Kura (Dryopteridaceae) の新分布、日本植物分類学会第7回大会、2008年3月20日-23日、首都大学東京

[図書] (計 0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0件)

○取得状況 (計 0件)

[その他]

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

岩槻 邦男 (IWATSUKI KUNIO)  
兵庫県立人と自然の博物館・館長  
研究者番号：10025348

### (2) 研究分担者

林 蘇娟 (Lin Su-Juan)  
島根大学・生物資源学部・准教授  
研究者番号：10362914  
橋本 佳延 (HASHIMOTO YOSHINOBU)  
兵庫県立人と自然の博物館・研究員  
研究者番号：60372140

### (3) 連携研究者

服部 保 (HATTORI TAMOTSU)  
兵庫県立大学自然・環境科学研究所・教授  
研究者番号：00244690  
武田義明 (TAKEDA YOSHIAKI)  
神戸大学大学院人間発達環境学研究科・教授  
研究者番号：90155028  
石田弘明 (ISHIDA HIROAKI)  
兵庫県立大学自然・環境科学研究所・講師  
研究者番号：80311489  
澤田佳宏 (SAWADA YOSHIHIRO)  
兵庫県立大学自然・環境科学研究所・講師  
研究者番号：40435897  
海老原 淳 (EBIHARA ATSUSHI)  
独立行政法人国立科学博物館・植物研究部・研究員  
研究者番号：20435738  
鈴木 武 (SUZUKI TAKESHI)  
兵庫県立大学自然・環境科学研究所・助教  
研究者番号：30254460  
黒田有寿茂 (KURODA ASUMO)  
兵庫県立大学自然・環境科学研究所・助教  
研究者番号：30433329