

# 自然科学系プロジェクト報告書

サブプロジェクト名称

「変動する環境と生物多様性」  
—その過去と現在—

# 1 総括表

## 1-1 組織

氏名		部門
代表	松井 透	理学部門
分担	石川慎吾	理学部門
	岡本達哉	理学部門
	奈良正和	理学部門
	比嘉基紀	理学部門
	横山俊治	理学部門
	三宅 尚	理学部門

## 1-2 研究経費

総額 933千円（うち年度計画実施経費 783千円）

## 1-3 活動総表

事項		件数等	金額（千円）	
研究 活動	学術論文	14		
	著書	0		
	紀要	1		
	報告書	3		
	学会発表	26		
	セミナー・講演会・シンポジウム等の開催	7		
地域貢献		22		
外部資金			科研費	1722
			共同研究	0
			受託研究	117
			奨学寄付金	0
			その他	1590
			合計	3429
特許等		該当なし		
その他特記事項		受賞1件		

## 2 研究概要

### 2-1 研究目的

環境サブプロジェクトの目的は、変動する環境における生物個体群や群集の存在様式を明らかにし、生物多様性の維持機構を解明することにより、生物多様性の保全に寄与することである。昨年に引き続き過去と現在の現象解明を目指してプロジェクトを推進している。現在の現象を研究している「現在の生物多様性とその変動」グループでは、特にニホンジカの食害による環境劣化が深刻な四国山地において、生態系保全のための具体的行動計画につながる研究を推進することを目的とした。過去を研究する「過去の生物多様性とその変動」グループでは、本州中部と四国を主な調査地とし、植物化石の分析により鮮新世末～最終氷期の植物相の植生復元、後氷期の人間活動のインパクトを明らかにすること、また、地層に記録された堆積相、生痕化石相および体化石相を解析し、地質時代における物理環境と生物群集の変動・変遷を高い精度で復元していくことを目的とした。

### 2-2 研究成果

研究成果報告会は、2016年2月10日（水曜日）9時～11時まで非公開で実施した。報告会では各メンバーの成果報告と質疑応答を行った。研究成果の概要は以下の通りである。

四国山地三嶺山城ではシカ食害に端を発した様々な土壌浸食が進行している。倒木の転倒に端を発する土壌浸食について、新たに「倒木転倒型浸食」と命名した。この浸食はリョウブやコミネカエデなどの低灌木が自生している勾配  $30^\circ$  以上の斜面で発生しており、根系層を跳ね上げながら転倒した低灌木は枯れていないものが多かった。亀裂でむき出しになった根系層の断面から土壌浸食が進行するが、そこには湧水の出口であるパイプ孔がしばしば認められ、根系層内の地中浸食による土壌流出も生じていた。シカ食害により裸地化したカヤハゲでは、植生復元と土壌流出防止のため、2014年から植生保護マットが敷設された。植生保護マット内の維管束植物ではヤマヌカボやススキ、イグサなどの出現頻度が高く、これらはマットを敷設する前から現地に残存していた種である可能性が高い。植生保護マット内の蘚苔類はススキゴケなど森林内の登山道で見られる種が新たに確認され、マットの遮光効果に関係しているものと思われる。また、ガリー浸食が認められた場所では、その凸部と凹部では植生高、植被率、出現種数とも顕著な差が認められ、凹部では定着した植物が流下する水に流されたり、凍上により根ごと株が持ち上げられて流出することにより植生発達が悪く、凍上により根ごと株が持ち上げられて流出することにより植生発達が極めて悪いことが明らかとなった。一方、ガリー浸食部においても植生保護マット敷設部ではイボタチゴケモドキの定着が確認されるなど、一定の効果が認められた。領北地域で行ったシカ糞粒密度調査から、傾斜角度が  $10\sim 30^\circ$  の地点で糞粒密度が高く、 $10^\circ$  未満および  $30^\circ$  以上の立地では低下する傾向が認められた。この結果から、シカは緩傾斜地 ( $10\sim 30^\circ$ ) を好んで利用することが示唆されるとともに、傾斜が緩い場所は人間に利用されることが多いことからシカが避けている可能性がある。香美市を対象とした狩猟者人口動態解析の結果、現在の狩猟者数を維持するためには年間人口 10,000 人あたり 7 名の新規狩猟者の加入が必要となることが予測された。さらにシカの狩猟圧について空間分布を検討した結果、中標高域の道路から近い場所に偏っていることが明らかとなった。地衣類の研究では、高知市南嶺の日当たりの良いチャート露岩上から西日本新産種アツミダイダイゴケが確認された。本種はダイダイゴケ属の中でも placodioid と呼ばれる特異な地衣体を持つ種である。南嶺においては山火事により植物遷移の進行が食い止められることが知られているが、本種も同様に、山火事の発生が生育にとって重要な役割を果たしているものと考えられる。

植物化石分析（花粉・種実化石）から、最終氷期最盛期の四国北部・九州北東部の低地や九州山地には冷温帯針広混交林が分布していたと推定された。また四国南部・九州南西部などの太平洋沿岸低地では低湿地や丘陵地上部斜面・尾根を中心に草原が広がり、丘陵地下部斜面・谷には針葉樹がすくなく落葉広葉樹が優勢な樹林が島状に孤立分布していたと考えられた。現在のところ常緑広葉樹の存在を示す植物化石データは得られていないが、常緑広葉樹の現在の地理分布や遺伝的構造を考慮すると、少なくとも九州南部や室戸岬、紀伊半島には常緑広葉樹が分布していた可能性が高い。

堆積相、生痕化石相および体化石相の解析から (1) オフェリアゴカイ科多毛類の行動変化と地形変化との関係が時空を超えて見られることを、現世海浜の地中レーダー解析、堆積物コア解析、堆積相詳細解析から明らかにした、(2) 千葉県田淵の国本層において掘削された当該層準コアの堆積相、帯磁率、地球化学的特性解析により、同層準が高い堆積速度のもとでほぼ連毒的に堆積したことを明らかにした、(3) ブンブクウニ類の移動摂食痕とされる生痕化石 *Scolicia* を和歌山県中新統白浜層から発見し、その詳細な形成機構について考察した、などの成果を得た。

### 2-3 特筆すべき事項

今井 悟・奈良正和「中新統竜串層の波浪卓越型浅海堆積物に見られる津波堆積物の堆積相」が日本地質学会四国支部第 15 回総会・講演会で日本地質学会優秀講演賞を受賞した。

### 3 第Ⅱ期総括

#### 3-1 研究成果概要

環境サブプロジェクトのなかの「現在の生物多様性とその変動」を扱ってきた研究グループでは、剣山系三嶺山域で進行しているニホンジカの食害に伴う自然生態系の変化の解明および生物多様性の保全を中心課題として取り組んできた。主に調査地としたのは三嶺から南へのびる稜線上にあるカヤハゲから葎生越、白髪分かれ一帯である。この山域では特にニホンジカによる食害が甚大で、広い面積を覆っていたミヤマクマザサ群落が大面積にわたって枯死したり、衰退したりした。そこではさまざまなタイプの植生の偏向遷移が観察されるだけでなく、裸地化が起きて、それに伴う土壌侵食が進行した。裸地に素早く侵入定着する植物として、ウマスギゴケなどの蘚苔類やヤマヌカボなどの草本類があり、その侵入定着機構について詳細な継続観察をすることによって明らかにするとともに、土壌の侵食や斜面崩壊を引き起こすメカニズムと植生との相互関係について現地で議論を重ねながら明らかにすることができた。土壌侵食の発生には、地下水が深く関係している可能性があり、土壌侵食がおきている地域では、実際に湧水が多数みられ、湧水の地下通路の出口であるパイプ孔も多数観察された。また、ガリー侵食、虫食い状侵食、地すべり状侵食、樹木転倒型侵食のほか、リルが観察された。これらの結果は、フィールドワークを基礎とする多様な学問分野のメンバーが融合した体制をとることでなし得た、まさに自然科学系のプロジェクト研究として一定の成果を残せたものと自己評価できる。これらの成果は、環境サブプロジェクトのメンバーの多くが参加する NGO である「三嶺の森をまもるみんなの会」の活動に科学的根拠を与えるという重要な役割を果たしており、三嶺山域の生態系の保全、生物多様性の保全に具体的な形で貢献してきたといえる。

地衣類の調査では、サブプロジェクトの期間中、高知県内の以下の地域で地衣フロアの調査を実施した。千本山（馬路村）、三宝山（香南市）、明神岳（大豊町）、鴻ノ森（高知市）、南嶺（高知市）、清滝山（土佐市）、虚空蔵山（佐川町）、県中部から西部にかけての海岸地域。調査結果を基に各地域に生育する地衣類のリストを作成し、それぞれの種が出現する標高、植生や着生基物との相関等について詳細な検討を行った。得られた結果のうち、特に重要な3点を以下に挙げる。

1) 千本山において、環境省が絶滅危惧Ⅰ類に指定しているツブミゴケ (*Gymnoderma insulare*) の生育を確認した。

2) 南嶺で採集したアツミダイダイゴケ (*Caloplaca cinnabarina*) を、西日本新産種として報告した。

3) 海岸地域については、2007年度に実施していた県東部の調査結果と併せて検討を行った。その結果、岩石海岸と砂浜海岸とは種組成が大きく異なることを明らかにした。

サブプロジェクト期間中の一連の調査により、高知県内には多くの地衣類が生育し、国内でも種多様性の高い地域の一つであることが明らかとなった。また、市街地や里山からも複数の稀少種を確認した。これらの地域は人間活動の影響を特に強く受けるため、生育状況をより詳細に調査し、早急に生育環境の保全を図る必要性がある。

「過去の生物多様性とその変動」を扱ってきたグループでは、植物化石と動物生痕化石についての研究を実施した。植物化石データに関する研究は、日本列島太平洋沿岸域における最終氷期（特にその最盛期）の植物群の分布様式を明らかにすることを主な目的とした。調査地域は中部地方以南の6地方で、植物化石データが少ない四国・九州地方を中心に24の調査地点で植物化石試料を採取した。従来、最終氷期最盛期の日本列島では、マツ科を主とする針葉樹林が広く分布していたとされてきた。本研究は従来の説を概ね、支持する一方、四国・九州の太平洋沿岸低地には落葉広葉樹が優勢な樹林パッチが草原の中に点在していた可能性を新たに提示し、このアイデアを含む日本列島の最終氷期最盛期の植生図を新たに作製し公表した。

さらに、北九州地域に分布する浅海成漸新統の堆積システムや堆積シーケンスに関する新知見、南西諸島（西表島）の浅海成中新統の堆積年代に関する新知見、高知県の土佐湾東岸に分布する鮮新統-更新統礫質岩体群に関する層序学的新知見、あるいは、従来、手つかずの状態であった波浪卓越型浅海域における津波堆積物の堆積相モデルの提唱、といった層序学や堆積地質学に関する成果を挙げることが出来た。また、*Bichordites* や *Scolicia* といった埋性ウニ類の生痕化石、複雑な形態で特徴づけられる生痕化石 *Hillichnus*、ワダツミギボシムシ類の居住-摂食痕である *Schaubcylindrichnus coronus*、ブラジルの下部デボン系海進期陸棚堆積物における *Rosselia socialis* 密集層、中新世西南日本弧の前孤域における特殊な生痕化石などに関する生痕学的、古生態学的、進化古生態学的新知見も報告することが出来た。

## 3-2 具体的な成果（年度別）

### 平成 22 年度

「過去の生物多様性とその変動」グループでは、三宅が日本列島の太平洋沿岸地域の植生と植物相の形成に関わる過去の植生変遷の解明を進めた。紀伊半島、四国、九州において最終氷期に対比される堆積物の試料採取を行い、7 地点の露頭の堆積物試料の採取に成功した。奈良は愛媛県東温市滑川地域から同県上浮穴郡久万高原町にかけての久万層群を研究し、当堆積物は基盤を切る成長断層の活動にともなう断層崖の麓に形成された沖積扇状地システムと、その活動停止後に、北方の領家帯から南進してきた礫質網状河川システムによって形成されたことを明らかにした。

「現在の生物多様性とその変動」グループでは、剣山系三嶺山域において防鹿柵内外の植生変化を調査するとともに、土壌侵食防止対策のための緑化植物としてヤマヌカボと蘚苔類を取り上げ、その生態学的特性を明らかにし、具体的な緑化方法を検討した。また、当地域の空中写真から地すべり地形を明らかにするための作業を進めている。さらに石川は、河川における水生植物群落の変動様式を明らかにし、絶滅危惧種の分布を支配している要因について研究を進め、その保全に不可欠な情報を得ている。松井は、三嶺山域カヤハゲに生育する蘚苔類の暫定チェックリストを作成した。横山は、尾根上に発達する裂け目やそれを起源とする線状凹地は空中写真判読や現地調査によって抽出し、四国では、三波川帯と秩父累帯北帯の分布域に集中していることを明らかにし、尾根は地震動が地形効果で増幅するので、100 年に一度南海地震で激しく揺すられる四国山地は地震動で尾根が裂けた可能性が高いことを指摘した。岡本は、虚空蔵山（標高 675m）および千本山（1084m）において地衣類調査を行い、大型地衣類相を明らかにした。

### 平成 23 年度

「過去の生物多様性とその変動」グループでは、三宅が日本列島の太平洋沿岸地域の植生と植物相の形成に関わる過去の植生変遷の解明を進めた。この 2 年間に、宮崎、熊本、愛媛、高知にて、最終氷期に対比される、河成・湖成段丘面下堆積物や堰止湖・地すべり堆積物の露頭断面の観察および試料採取、ボーリング掘削予定地の探索などを行い、8 地点の露頭の堆積物試料を採取に成功した。これらの試料を分析し、最終氷期最盛期における植生に関する多くの新知見を得た。奈良は、昨年度に引き続き、西南日本弧中新統の調査を行ったほか、島弧環境の対照として、同時代の北西太平洋域における大陸縁辺堆積物を対象に、堆積相とシーケンス層序を解析し、そこに産する生痕化石群を観察した。その結果、野柳砂岩部層から、波浪卓越型海岸に特徴的な浜提列平野システムを識別し、そこから、*Bichordites* sp. などの生痕化石を見いだすとともに、西南日本弧の同環境の堆積物とは堆積相が大きく異なることを明らかにした。

「現在の生物多様性とその変動」グループでは、石川が剣山系三嶺山域において防鹿柵内外の植生変化を調査するとともに、土壌侵食防止対策のための緑化植物としてヤマヌカボと蘚苔類を取り上げ、その生態学的特性を明らかにし、具体的な緑化方法を検討した。ササ原が広大な面積にわたって枯れた後に急速に広がっている植物群落には、不嗜好植物のイワヒメワラビ群落など、物理的な防御を行っているトゲアザミ群落など、成長点が低くて分けつ速度が速いためにマット状の群落を形成するヤマヌカボ

群落などがあつた。松井は、急激な広がりを見せるウマスギゴケ群落を調査した。その結果、表層土壌が流失した場所にも侵入することができるウマスギゴケの特性は、裸地の緑化対策を考える上での重要性が認識された。横山は、尾根上に発達する裂け目やそれを起源とする線状凹地は空中写真判読や現地調査によって抽出し、四国では、三波川帯と秩父累帯北帯の分布域に集中していることを明らかにした。尾根は地震動が地形効果で増幅するので、100年に一度南海地震で激しく揺すられる四国山地は地震動で尾根が裂けた可能性が高いことを指摘した。尾根の裂け目に起因した変動地形の全体像を明らかにした上で、現地調査で変動地形の細部や樹木のダメージ、地質構造との関係を確認した結果、尾根の裂け目形成に伴って尾根が陥没して平坦化し、斜面の一方が膨らんでいることが明らかになった。岡本は、虚空蔵山（標高 675m）および千本山（1084m）において地衣類調査を行い、大型地衣類相を明らかにした。また、地衣類のアレロパシー効果に関する研究を行い、地衣類が生産する二次代謝産物により、シダ植物の孢子発芽や被子植物の種子発芽、成長が抑制されるという結果を得た。

## 平成 24 年度

「過去の生物多様性とその変動」グループでは、三宅が最終氷期最盛期を中心に、主に西南日本太平洋沿岸域の植物化石分析を進めてきた結果、最盛期の植生や植物種の分布に関する成果を以下のようにまとめた。1) 近畿地方南部における亜高山帯針葉樹林の下限は標高 400~500m（現在の標高を示す）と推定される。2) 瀬戸内海沿岸では、マツ属単維管束亜属やカバノキ属が優勢な温帯針葉樹林が分布していたと考えられる。3) 室戸岬にはスギの逃避地が存在した可能性が高い。4) 九州では、Tsukada（1985）の想定よりもかなり内陸域（少なくとも標高 200m）にまで落葉広葉樹林が分布していたと推定される。5) 太平洋沿岸域では、内陸域であっても、特に温帯性の落葉広葉樹の大型化石や花粉化石を随伴することが多い。これは温帯性落葉広葉樹の分布密度が大きく減少したとしても、分布域そのものは現在と大きな差がなかったことを示唆する。奈良は、房総半島の更新統の調査研究からナミガイが海底の地形変動に応答して形成された生痕化石を報告した。本邦および台湾の中新統にふくまれる標本群に基づき、漏斗摂食を行うギボシムシ類の巣穴形態が、環境の変化に応答してどの様に変化するのかを明らかにした。また、土佐湾東岸に分布する六本松層の模式露頭が南東方向へ流下する網状河川システムの堆積物であることを明らかにした。さらに、活発な地形変動で特徴づけられる波浪卓越型前浜に生息する自由生活型多毛類の行動を知る手法を開発した。

「現在の生物多様性とその変動」グループでは、石川と松井が、剣山系稜線部のニホンジカ食害跡地の植生変化を昨年引き続き調査した。稜線上のササ草原のニホンジカによる食害状況を広域的に把握した結果、被害軽微なササ草原は、全体の 30%、26%と半分以上を占めた。被害の程度がひどく、現在も強い採食圧下にあると思われる群落は全体の約 1 割ほどであった。全面枯死にいたった群落も約 1 割を占めた。剣山系では、ササ草原退行後にススキやイワヒメワラビ、ヤマヌカボなどの先駆種が優占する群落が成立しているが、ササの全面枯死に至っていない場所では、シカの採食圧が減少すれば、これらの群落が今後ミヤマクマザサ群落へ回復する可能性が高いことを明らかにした。回復に向かう群落がある一方で、一向に回復しない群落もあった。稜線部の植生を保護するのであれば、食害が激化する前に防鹿柵などで保護する必要があることを指摘した。特に三嶺稜線北側の緩斜面は、強い食害を受けて

全面枯死寸前であり、捕獲の空白域でもあるため、早急な対策が求められることが明らかになった。昨年に引き続き蘚苔類の定着状況を追跡調査した結果、傾斜地において、蘚苔類の大形群落が発達している場所ではヤマヌカボも大きな群落となり、土壌をしっかりと捕縛しているものと考えられた。しかし、ウマスギゴケなどの大形蘚苔類がしっかりと土壌中へ地下茎を伸ばすまでは霜柱による群落の剥離や断片化が起り、雨水で流されてしまうので、小群落の剥離・流出をいかにくい止めるかが今後の課題であることを指摘した。横山は4倍拡大の空中写真判読や現地調査によって、平坦面の広い範囲を裂け目やそれに関係した凹地が占めている平坦面を抽出した結果、剣山系では、天狗塚、三嶺、夫婦池に存在し、平坦面は裂け目で占められていることを明らかにした。この結果、四国山地で尾根の裂け目の成因を、地形効果による地震動の増幅によるものであると指摘した。岡本は、高知市市街地の北西部に位置する鴻ノ森(標高 299.9m)で、重点的に地衣類相の調査を行った。その結果、ノルマンゴケ *Normandina pulchella* (高知県では 2 例目)、キウメノキゴケ *Flavoparmelia caperata* (高知県では 3 例目)、フトネゴケ *Bulbothrix isidiza* などの稀少種を含む、およそ 70 種の地衣類を確認した。人間活動の影響を強く受ける市街地の低山での地衣類調査は、これまで国内でほとんど例がなく、貴重なデータを得ることができた。

## 平成 25 年度

「過去の生物多様性とその変動」グループでは、三宅が植物化石分析(花粉・種実化石)とテフラ分析によって最終氷期最盛期の西南日本の植生と植物の分布様式が明らかにした。四国北部、九州北東部の低地や九州山地には冷温帯針広混交林が分布する一方、四国南部・九州南西部の低地では針葉樹が少なく落葉広葉樹な樹林林が広く覆っていたと考えられるが、室戸岬ではスギ属花粉が6~15%で産出することから、室戸岬にはスギの逃避地が分布していたと推察された。奈良は堆積相、生痕化石相および体化石相の解析によって土佐湾東岸に分布する鮮新統-更新統六本松層の分布を再検討した。この結果、従来、六本松層の主要な分布域とされていた岩体が、河成段丘堆積物であることが判明するなどの成果が得られた。

「現在の生物多様性とその変動」グループでは、横山と石川が、四国山地三嶺山域で最近進行している土壌侵食、斜面崩壊の現状を調査し、虫食い状侵食、地すべり状侵食、ガリー侵食があることを認めた。いずれも新規に発生している場所の多くで、ニホンジカによる食害によって植生が衰退したことが地すべりの重要な原因であることが推察された。特に、ミヤマクマザサが枯死した場所ではササの地下茎による土壌捕縛力が低下するとともに降雨時に地下水の吹き出しによって、地すべり状侵食が進行していくこと、ササ枯れ後に侵入したヤマヌカボやイなどの優占する群落は、地すべり状侵食を止める力に乏しいことが確認できた。松井は、三嶺カヤハゲにおいてササ枯れ後の裸地に侵入した蘚苔類群落を調査した。この結果、蘚苔類群落は急傾斜地では土壌侵食を止める作用が乏しいこと、群落が大きくなるとその周辺が侵食されやすくなることが明らかにした。岡本は、高知市市街地の南部に位置する南嶺地域および土佐市の清滝山・石土の森の地衣類相を明らかにし、アツミダイダイゴケ、アオチャゴケなどの稀少種も発見した。

## 平成 26 年度

「過去の生物多様性とその変動」をグループでは、三宅が植物化石分析（花粉・種実化石）により(1) 中部地方内陸部では約 3～5 万年前にモミ属、トウヒ属、ツガ属などを主体とする針葉樹林が分布していたと考察した、(2) 霧島山地えびの高原の後氷期後期では疎林と水湿地→温帯針広混交林→アカマツ林と植生が変遷したことが明らかとなり、本地域に生育する絶滅危惧 Ib 類に指定されたノカイドウの保全に寄与するデータを得た。奈良は堆積相・生痕化石相および体化石相の解析から、(1) 中新統三崎相群に見られ地震成堆積物を覆う砂質イベント堆積物の堆積相を従来にない精度で解析し、それが津波起源である可能性を明らかにした、(2) 土佐湾東岸に点在する礫質岩体群は、網状河川、沖積扇状地、扇状地三角州、海底崖錘など異なる堆積場で形成されたものであり、同一の岩相層序単元にまとめることができないことを明らかにした、などの成果を得た。

「現在の生物多様性とその変動」グループでは、横山が四国山地三嶺山域で進行している土壤浸食には、虫食い状浸食、地すべり状浸食、ガリー浸食が認められ、シカ食害により植生が衰退したことが地すべりの主要因であることを明らかにした。また、稜線部付近の線状凹地にはイ群落が優先しており、群落上部に十分な集水面積があることがこの群落の成立要件に関連していることが推察した。石川は三嶺山域のシカ食害跡地を調査し、タカネオトギリの優先度の高いところが広範囲に広がっていることを確認した。これらシカ不嗜好性植物の増加とシカ採食圧により植物種の多様性は急速に失われていることが明らかとなった。松井は三嶺白髪山の蘚類相を調査し、2001 年のデータと比較検討した。この結果、亜高山性の種が見られなくなり、樹皮着生の種の減少していることが明らかにした。シカ食害により樹木が枯死した結果、新たに出現した環境に本地域では初記録となるフウリンゴケなどが見つかった。比嘉は本山町でのシカ糞粒調査を行い、その結果、シカは皆伐地全体を利用していることが明らかとなり、調査地の景観構造がシカ個体密度を反映していることが示唆された。岡本は三宝山（香美市）の地衣類調査を行い、石灰岩に好んで生育するイシバイイワノリ、標高の高い地域でのみ知られていたセンニンゴケを、明神岳（大豊町）から四国初記録種となるワタヘリゴケ、準絶滅危惧種コナマツゲゴケを、海岸地帯からノルマンゴケを見出した。

## 平成 27 年度

「過去の生物多様性とその変動」グループでは、三宅が植物化石分析（花粉・種実化石）から、最終氷期最盛期の四国北部・九州北東部の低地や九州山地には冷温帯針広混交林が分布していたと推定した。また、四国南部・九州南西部などの太平洋沿岸低地では低湿地や丘陵地上部斜面・尾根を中心に草原が広がり、丘陵地下部斜面・谷には針葉樹がすくなく落葉広葉樹が優勢な樹林が島状に孤立分布していたと考えられた。現在のところ常緑広葉樹の存在を示す植物化石データは得られていないが、常緑広葉樹の現在の地理分布や遺伝的構造を考慮すると、少なくとも九州南部や室戸岬、紀伊半島には常緑広葉樹が分布していた可能性が高い。奈良は堆積相、生痕化石相および体化石相の解析から (1) オフェリアゴカイ科多毛類の行動変化と地形変化との関係が時空を超えて見られることを、現世海浜の地中レーダー解析、堆積物コア解析、堆積相詳細解析から明らかにした、(2) 千葉県田淵の国本層において掘削された当該層準コアの堆積相、帯磁率、地球化学的特性解析により、同層準が高い堆積速度のもとでほぼ連



毒的に堆積したことを明らかにした、(3) ブンブクウニ類の移動摂食痕とされる生痕化石 *Scolicia* を和歌山県中新統白浜層から発見し、その詳細な形成機構について考察した、などの成果を得た。

「現在の生物多様性とその変動」グループでは、横山が倒木の転倒に端を発する土壌浸食について、新たに「倒木転倒型浸食」と命名した。この浸食はリュウブヤコミネカエデなどの低灌木が自生している勾配  $30^\circ$  以上の斜面で発生しており、根系層を跳ね上げながら転倒した低灌木は枯れていないものが多かった。また、亀裂でむき出しになった根系層の断面から土壌浸食が進行するが、そこには湧水の出口であるパイプ孔がしばしば認められ、根系層内の地中浸食による土壌流出も生じていた。石川は、シカ食害により裸地化した三嶺山域カヤハゲで、植生復元と土壌流出防止のため、2014年から植生保護マットの設置を行った。植生保護マット内の維管束植物ではヤマヌカボヤススキ、イグサなどの出現頻度が高く、これらはマットを敷設する前から現地に残存していた種である可能性が高い。その凸部と凹部では植生高、植被率、出現種数とも顕著な差が認められ、凹部では定着した植物が流下する水に流されたり、凍上により根ごと株が持ち上げられて流出することにより植生発達が極めて悪いことが明らかとなった。松井は、植生保護マット内の蘚苔類はススキゴケなど森林内の登山道で見られる種が新たに確認した。これは植生マットの遮光効果が関係しているものと推察した。一方、ガリー浸食部においても植生保護マット設置部ではイボタチゴケモドキの定着が確認されるなど、一定の効果が認められた。比嘉は、領北地域で行ったシカ糞粒密度調査から、傾斜角度が  $10\sim 30^\circ$  の地点で糞粒密度が高く、 $10^\circ$  未満および  $30^\circ$  以上の立地では低下する傾向が認められた。この結果から、シカは緩傾斜地 ( $10\sim 30^\circ$ ) を好んで利用することが示唆されるとともに、傾斜が緩い場所は人間に利用されることが多いことからシカが避けている可能性を指摘した。また、香美市を対象とした狩猟者人口動態解析の結果、現在の狩猟者数を維持するためには年間人口 10,000 人あたり 7 名の新規狩猟者の加入が必要となることが予測された。さらにシカの狩猟圧について空間分布を検討した結果、中標高域の道路から近い場所に偏っていることが明らかとなった。岡本は、高知市南嶺の日当たりの良いチャート露岩上から西日本新産の地衣類アツミダイダイゴケを確認した。本種はダイダイゴケ属の中でも placodioid と呼ばれる特異な地衣体を持つ種である。南嶺においては山火事により植物遷移の進行が食い止められることが知られているが、本種も同様に、山火事の発生が生育にとって重要な役割を果たしているものと考えられる。

### 3-3 今後の研究展望（課題別）

#### 「過去の生物多様性とその変動」グループ

植物化石分析（花粉・種実化石）：最終氷期最盛期の気候環境、特に気温と降水量の低下の程度や季節的配分を明らかにするには、中高緯度域への熱や水蒸気の媒体として重要な黒潮の流軸位置、夏モンスーンの影響範囲を示す夏の亜熱帯ジェット配置、冬モンスーンの影響範囲を示す極前線の分布位置などと想定できる。今後はまず、海洋・陸上コアで得られている風成塵や他の微化石、化学成分の既存データをとりまとめる。また、関連する研究に従事する研究者との共同研究を押し進め、この時期の太平洋沿岸低地の気候環境を明らかにするとともに、植物化石データから推定された植生や植物の分布様式の検証を行いたい。

堆積相、生痕化石相および体化石相：今後、さらなる補強調査を続けるとともに、学会での講演や論

文として積極的に公表していきたい。

### 「現在の生物多様性とその変動」グループ

三嶺山城植生関連：未確認の土壌侵食のタイプを明らかにすると、それらの時間的、成因的關係を明らかにする。また、一定の時間間隔で撮影可能なフィールド用カメラを、急傾斜地の植生が定着しにくい場所に設置し、凍上や降雨による植生への影響を直接画像に記録することを考えている。さらに、植生保護マットの有無によって土壌侵食と植生への影響にどのような相違があるのかを明らかにする。シカ個体数関連では効率的な個体数管理を行うシステムの確立を行いたい。

地衣類関連：今後も高知県内各地における地衣類層調査を引き続き実施し、種の分布や動態を明らかにしたい。また、地衣成分によるアレロパシー効果や形態形成に関する研究を通じて、地衣群落の成立や生存競争に関する知見を得ることも計画している。

## 三嶺山域カヤハゲに敷設した植生保護マットの効果

● 石川 慎吾（自然科学系理学部門）

### 1. 研究目的

三嶺山域の稜線部に広く成立するミヤマクマザサ群落は、シカの食害によって衰退し、広い範囲にわたって枯死した。特に、三嶺から南の稜線にあるカヤハゲでは2007年にミヤマクマザサの葉が一斉に茶色に変色し、大面積にわたってササ草原が枯死した。土壌侵食を防止するために2011年と2012年に菰張りをを行ったが、菰そのものが流されてしまったのに加え、菰によって土壌が補足された場所でも、菰の横に新たなガリーが形成され、表層土壌の流失を食い止めることはできなかった。そこで、2014年5月と2015年10月に、表土流失が激しかった斜面のほとんどを覆うように植生保護マット敷設した。植生保護マットの効果を検証するために、マットに侵入した植物の定着状況を、斜面の位置と微地形の違いに着目して調査を行った。また、2012年に敷設されたマットと2014年5月18日に敷設されたマットを比較することにより、敷設年の違いによる植物の侵入・定着状況の違いを比較した。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

敷設したマットにおける定着した植生の高さ、植被率及び出現種数を調べた結果、植生高、植被率はともに2012年敷設のマットの方が大きな値を示したが、出現種数はともに平均6種で差は見られなかった。出現頻度の高かった種は、ヤマヌカボ、ススキ、ヤマズズメノヒエ、タニソバ、タカネオトギリ、ヤマヤナギ、イグサであった。これらの種は、防鹿柵内でも出現頻度の高い種であり、マットを敷設する前から現地に残存していた可能性が高い。またこれらは、種子供給源となる斜面上部においても広く確認された種である。特に2012年敷設マットの凸部では大きなパッチを形成するまでに成長したススキ群落も認められ、たとえ小さくても栄養体の残存している個体の成長速度は極めて速いことが分かる。凸部と凹部に定着した植生を比較すると、高さや植被率は凸部で有意に大きな値を示した。出現種数も凸部で多い傾向を示したものの、有意な差は認められなかった。2014年に敷設したマットの上、中、下部に定着した植生の比較した結果、斜面下部では

ガリー状の地形が発達し、凹凸の差が顕著であったが、斜面上部では侵食されて凹状にへこんだ場所は少なく、凹凸の差も斜面下部ほど顕著ではなかった。斜面下部で植被率が低かったが、植生高と出現種数には大きな差は認められなかった。中部と下部では植生高、植被率、出現種数ともに凸部と凹部で顕著な差があり、凹部で植生の発達が極めて悪く、すべての調査区で植生率が5%に満たなかった。凹部で植生の定着が進んでいない理由として、定着した植物が斜面を流下する水に流されたり、凍上によって根が持ち上げられた株が転がり落ちたりする可能性が高いと思われる。特に、凹部でマットが地表面と離れてしまっている場所では、流下してきた土壌や植物を捕捉する効果が弱いし、凍上を抑える効果も弱いことが考えられる。ガリー状の凹地でも傾斜角度が緩い場所では植生の定着が見られた。このような場所は、礫が堆積したり、側方から張り出した植物の根系などによって、上方からもたらされた土壌が堆積したりしているところである。このことは、ガリー状の凹地に、丸めた菰をマットの上から杭によって止めてマットを土壌表層に密着させることによって、上方から流れてきた土壌を捕捉することができ、それが植物の定着を促進する効果が期待できることを示唆している。今後、植生の発達状況の悪い凹地状の場所では、そのような手当てをする必要があるだろう。

#### (2) 問題点等

急斜面で植生の定着が悪い理由の一つに、春季と秋季の土壌の凍上が考えられたが、凍上が定着しつつある植生に及ぼす作用が未解明である。

### 3. 今後の展望

一定の時間間隔で撮影可能なフィールド用カメラを、急傾斜地の植生が定着しにくい場所に設置し、凍上や降雨による植生への影響を直接画像に記録することを考えている。植生保護マットの有無によって土壌侵食と植生への影響にどのような相違があるのかを明らかにする予定である。

### 4. 業績リスト

#### (1) 学術論文

該当なし

## (2) 紀要

古田実穂・比嘉基紀・石川慎吾 (2016) 高知県いの町中ノ川川における溪畔林回復の可能性. 黒潮圏科学 9 巻 2 号

## (3) 報告書

高野美波・比嘉基紀・石川慎吾 (2015) 防鹿柵内の植生は柵外の林床植生の復元に寄与できるか? 蝕まれる三嶺の森と山々-三嶺・剣山地区シカ被害と対策「公開報告会」(8) - 資料集. 三嶺の森をまもるみんなの会, pp. 17-21.

石川慎吾・越智水星・比嘉基紀・横山俊治 (2016) 三嶺山城カヤハゲに敷設した植生保護マットの効果. どう守る三嶺・剣山系の森と水と土-シカ被害対策を考える・シンポジウム(9) - 資料集, 三嶺の森をまもるみんなの会, pp. 8-13.

## (4) 学会発表

高橋瑛乃・比嘉基紀・石川慎吾. 高知市皿ヶ峰における草原生植物の刈り取りによる回復過程. 日本生態学会中国四国地区会 (2015 年 5 月 16 日, 松山)

築地孝典・比嘉基紀・石川慎吾. 高知県物部川の砂礫堆における樹林伐採後の植生変化. 日本生態学会中国四国地区会 (2015 年 5 月 16 日, 松山)

高橋瑛乃・比嘉基紀・石川慎吾. 高知県中部に残存する小規模草地の植生と植物相. 植生学会 (2015 年 10 月 11 日, 高知)

楠瀬雄三・石川慎吾. 高知市種崎海岸における海浜の樹林化. 植生学会 (2015 年 10 月 11 日, 高知)

後藤将太・八代田千鶴・酒井敦・奥村栄朗・比嘉基紀・石川慎吾. 高知県中土佐町島ノ川の小面積皆伐地周辺における給餌によるニホンジカの誘引特性~夏期と秋期の比較~. 第 110 回土佐生物学会 (2015 年 12 月 12 日, 高知)

越智水星・比嘉基紀・石川慎吾. 三嶺山城カヤハゲの土壌侵食斜面に設置された植生マットの効果. 第 110 回土佐生物学会 (2015 年 12 月 12 日, 高知)

浅野諒也・比嘉基紀・石川慎吾. 四国山地三嶺さおりが原における防鹿柵内外の 6 年間の植生変化. 第 110 回土佐生物学会 (2015 年 12 月 12 日, 高知)

井上大介・松井透・石川慎吾. 四国山地三嶺カヤハゲに設置された植生マットと蘚苔類との関係. 第 110 回土佐生物学会 (2015 年 12 月 12 日, 高知)

## (5) セミナー等の開催

「蝕まれる三嶺の森と山々-三嶺・剣山地区シカ被害と対策「公開報告会」(8)」, 主催: 三嶺の森をまもるみんなの会, 共催: 林野庁四国森林管理局, 環境省中国四国地方環境事務所, 高知県, 香美市, 香南市, 南国市 (2015 年 6 月 27 日, 高知市四国森林管理局にて開催)

「どう守る三嶺・剣山系の森と水と土-シカ被害対策を考えるシンポジウム (9)」, 主催: 三嶺の森をまもるみんなの会, 共催: 林野庁四国森林管理局, 環境省中国四国地方環境事務所, 高知県, 香美市, 香南市, 南国市 (2016 年 1 月 23 日, 香美市保健福祉センター香北にて開催)

「高知の生物多様性-守る人と学ぶ人の出会い」主催: 高知生物多様性ネットワーク. 共催: 高知大学, 高知県環境共生課, 高知県教育委員会, 高知新聞等 (2015 年 12 月 13 日, 高知大学にて開催)。

## (6) 地域貢献活動

- ・高知県環境審議会委員 (会長, 自然環境部会長, 総合部会委員)
- ・高知県環境影響評価技術審査会委員
- ・高知県四万十アドバイザー会議委員
- ・高知県希少野生動植物保護専門委員
- ・林野庁四国森林管理局 野生鳥獣との共存に向けた生息環境等整備連絡会議委員
- ・林野庁四国森林管理局 保護林評価のための検討委員会委員。
- ・環境省自然環境保全基礎調査植生調査技術専門部会委員。
- ・環境省自然環境保全基礎調査植生図作成業務西日本地域 (中国四国ブロック) 調査会議委員。
- ・国土交通省横瀬川ダム環境モニタリング委員会委員。
- ・国土交通省仁淀川流域学識者会議委員。
- ・国土交通省四万十エコ・リバー研究会委員 (会長)。
- ・国土交通省河川溪流環境アドバイザー。
- ・リバーフロント整備センター 河川水辺の国勢調査「河川版・ダム湖版」スクリーニング委員会委員。

## (7) 外部資金

「研究助成」河川財団河川整備基金 950 千円 分担 (2014 年度からの継続, 代表 比嘉基紀)

## (8) その他

該当なし

## シカの食害で起きる樹木の転倒による土壌侵食

● 横山 俊治（自然科学系理学部門）

### 1. 研究目的

シカの食害によってササが枯死した場所では根系層の緊縛効果が極端に減少し、その結果土壌が根系層から流出する土壌侵食がすすむ。

白髪分岐南東側斜面では、シカの捕獲や防鹿柵の設置が功を奏し、登山道周辺では次第にササが復活し始めている。

しかし一見緑が復活し始めているように見えても、実は新たな現象が起こっている。樹木の傾斜、さらには転倒に伴う根系層の捲れ上がりに端を発して起きる土壌侵食がその一つである。この土壌侵食は地表が草本で覆われてから起きている点が注目される。本年度は、新たに「樹木転倒型侵食」と命名した「樹木の転倒に端を発する土壌侵食」について、その実態を調査した。

もうひとつ、昨年までの調査で、土壌侵食に地下水流出が関係していることが明らかになってきている。そこで地下水の流出口（湧水地点）を検出する目的で湿地に自生するイの分布に注目した。また、イと湧水の間関係を明確にするために、地温調査を実施した。多くのイはササの枯死後に自生したものである。

### 2. 研究結果

#### （1）成果

#### A. 樹木転倒型侵食の発生条件と現象の実態

a. 「樹木転倒型侵食」は、元々リョウブ、コミネカエデ、タンナサワフタギ、クマノミズキ、アオダモ、ニシキウツギなどの低灌木が自生していた勾配 30° 以上の斜面で発生している。

b. 低灌木の樹根は根系層内を横に広がり、粘性層にはほとんど入っていない。

c. 斜面には、ササが枯死した後、ヤマカモジグサ、メアオスゲ、ヤマヌカボ、コハリスゲ、ショウジョウスゲ、タカネオトギリ、ミゾハウズキなどの草本が繁茂し、さらに転々とイが自生しているのが特徴的である。

d. イ、ミゾハウズキ、ショウジョウスゲは水を好む植物で、これら草本が多い（図 1）と言うことは湧水が至る所にあることを示唆している。

#### B. 樹木転倒型侵食の現象

a. 低灌木はシカの食害で完全に枯死しているものもあるが、傾動あるいは転倒している低灌木は完全には枯れていないものが多い。



図 1 転倒したクマノミズキの根元上部の亀裂とイ

b. 図 1 のように、それまで根系層を緊縛していたササが枯れ、樹木の根もシカの食害で弱ってくると、風などで傾きはじめた樹木はさらに自らの重みで大きく傾く。このとき根が引っ張られ、生き残った樹根で根系層は持ち上げられる。

さらに樹幹が傾くと、低灌木の上方側には根系層を分断する亀裂を生じ、さらに傾くと根が切断され、根系層を跳ね上げながら、樹木は転倒する。

その後は亀裂でむき出しになった根系層の断面から土壌侵食が進行する。断面には湧水の出口であるパイプ孔がしばしば認められ、根系層内の地中侵食による土砂流出も生じている。



図 2 根を跳ね上げて転倒したコミネカエデ

図 2 の事例では、樹根は広がったままの形を残しながら 1.2m 上まで跳ね上がっている。地面に残った一部の根のおかげで枯死していない。



c. 急勾配の斜面では傾斜、転倒する樹木の根の上部にできた亀裂を跨いで根が緊張している。これは樹幹が斜面下側に傾斜するのに伴い、生きた根が引っ張られたことにより形成されたものである。根が腐って抜けた場合にはできない現象である。

### C. 地温計測からみたイと地下水の関係

地下水の影響を直接受けている湧水の出口と、イの根元、地下水の影響がないと思われるイのない地点（それぞれ定点4地点）において、図3のように地表から5cmの深さの地中に温度計を差し込んで、地温（5cm深地温）を測定した。



図3 イの根元で5cm深地温を測定

調査は4月～10月（8月を除く）の6ヵ月間である。その結果は以下の通りである。

- a. 湧水出口の地温は摂氏 9° ～12° で安定し、気温や季節変動の影響はほとんど受けない。
- b. イの根元とイのない地点では、気温や季節の変動を受けて、地温も変化するが、イのない地点よりも、イの根元は湧水地点の地温に近くなり、4月から9月までは、湧水地点、イの根元、イのない地点の順に、地温が高くなっている。

イの生育条件は水が豊富で日当たりがよいことが条件とされている。イの根元の地温には、地下水から供給されているものと推察できる。したがって、イの分布から湧水地点を推定できると結論した。

#### （2）問題点等

- a. 樹木転倒型侵食の範囲と樹種（根の範囲）に違いがあるかも知れない。
- b. 樹木転倒型侵食の根の両側には最大傾斜方向に溝（亀裂かどうか不明）がよく見られる。この溝の成因、樹木の転倒との時間的關係が不明である。

c. 草木が樹木転倒型侵食に及ぼす影響が不明である。

### 3. 今後の展望

- a. 様々な形態の土壌侵食が起きていることが明らかになってきた。未確認の土壌侵食のタイプを明らかにすると共に、それらの時間的、成因的關係を解明する。
- b. イの群落内やイ、ススキの周りで見られる最大傾斜方向にできる深い溝（リル？）について、その成因と樹木転倒型侵食との關係を明らかにする。
- c. 土壌侵食発生が地下水の流出と深く関係していることが明らかになってきた。そこで湧水地点の分布、イの分布を明らかにすると共に、地温調査をさらに進め、地下水の流出状況を明らかにする。
- d. 新しいタイプの土壌侵食として、凍上が疑われる現象が確認されているので、凍上の可能性に対応した調査を行う。
- e. インターバルレコーダーによる土壌侵食の継続した観察を検討・計画している。

### 4. 業績リスト

- （1） 学術論文  
該当なし
- （2） 紀要  
該当なし
- （3） 報告書
- （4） 学会発表  
該当なし
- （5） セミナー等の開催

石川慎吾・越知水星・比嘉基紀・横山俊治(2016)：三嶺山城カヤハゲに設置した植生保護マットの効果。どう守る三嶺・剣山系の森と水と土ーシカ被害対策を考える・シンポジウム(9)ー資料集，三嶺の森をまもるみんなの会，18-21.

- （6） 地域貢献活動  
該当なし
- （7） 外部資金  
該当なし
- （8） その他  
該当なし

## 三嶺山域カヤハゲに敷設された植生保護マットと蘚苔類の関係

● 松井 透（自然科学系理学部門）

### 1. 研究目的

三嶺山域稜線部に広く成立していたミヤマクマザサ群落は、2007年頃よりニホンジカによる食害のため広範囲で枯死した。この結果、新たに出現した裸地にはヤマヌカボなどのシカ不嗜好性植物が優先する群落が広がるとともに、ウマスギゴケをはじめとする蘚苔類が侵入した。そこで、2010年から三嶺から南の稜線にあるカヤハゲ（東熊山、1670m）南斜面において蘚苔類群落の調査を行ってきた。この斜面は表層土壌の流出が特に激しかったことから、2014年5月に斜面のほとんどを覆うように植生保護マットが設置された（図1）。植生保護マットは維管束植物などへの効果は知られているものの、蘚苔類群落への影響についての情報はほとんどない。本研究は過去のデータと比較することで、植生保護マットと蘚苔類の関係を明らかにすることを目的とした。



図1. カヤハゲに設置された植生保護マット。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

本研究の結果を表1にまとめる。

表1. カヤハゲで見られた蘚苔類の比較。

赤字：2015年に新たに確認された種 青字：2015年で確認されなかった種 \*：植生保護マット外のみから確認

2011年	2015年
ナミガタチゴケ	ナミガタチゴケ
ヒメタチゴケ	ヒメタチゴケ
	イボタチゴケモドキ
コスギゴケ	コスギゴケ
ヒメスギゴケ	ヒメスギゴケ
	コセイタカスギゴケ
ウマスギゴケ	ウマスギゴケ
	コキンシゴケモドキ
	ススキゴケ
	ホウライススキゴケ
ヤマトフデゴケ	
カモジゴケ	カモジゴケ*
ヌマゴケ	ヌマゴケ
オオサナダゴケモドキ	
ヒメハイゴケ	
タチハイゴケ	

2011年ではウマスギゴケ群落のすき間などで生育が確認されたオオサナダゴケモドキやヒメハイゴケ、タチハイゴケが、2015年では見られなくなった。これは、ウマスギゴケ群落が発達し、群落内部が極めて密度の高い状態となったため、そのすき間での生育が困難になったものと考えられる。ヤマトフデゴケは、本調査地ではほとんど見られなかった種で、過去の調査でもわずかな量が確認されたに過ぎなかった。その後の表層土壌の流出等により本種が流された結果、2015年では確認出来なかったものと思われる。このため、これらの種の消失は、書生保護マット設置による影響とは考えにくい。

一方、本調査で確認されたコセイタカスギゴケやススキゴケなどは、森林内のやや薄暗い登山道沿いの土上に普通に見られる種である。本調査地のような直射日光の強い開けた南斜面ではほとんど見られない種で、過去の調査でも確認されていない。今回設置された植生保護マットは、ヤシがらを材料とした2cmメッシュのもので、設置面の直射日光は遮られる。このため、森林内のやや薄暗い環境で見られる種の生育が可能になったものと思われる。

温度ロガーを植生保護マット内外に設置し、2015年10月10日～10月31日まで気温を計測した。この結果、植生保護マット内の平均気温は11.7℃で、マット外と比較し約2℃高くなっていた。また、植生保護マット外の最低気温は-2℃で

あったのに対し、マット内では2℃で氷点下を下回ることは一度もなかった。この結果から植生保護マット設置により気温低下が抑制されているものと思われる。また、植生保護マット設置により凍上を抑える効果も期待できる。さらに、過去の表層土壌流出により形成されたガリー状凹地内の垂直に近い場所からイボタチゴケモドキ(図2)の生育を確認した。表層土壌流出が継続的に起こっている場合、ガリー状凹地は常に浸食され続けることとなり本種の生育は困難となる。本種の生育が確認されたことで、土壌流出は一定程度抑えられているものと考えられる。



図2. イボタチゴケモドキ.

## (2) 問題点等

カモジゴケは、過去の調査では比較的大きな群落を調査地内に形成していたが、今回の調査では植生保護マットで覆われていない場所からのみ、その生育が確認された。植生保護マット設置と本種の生育環境との間に何らかの因果関係があるものと推察されるため、今後さらなる調査が必要である。

## 3. 今後の展望

これまでの研究の結果、小形蘚苔類群落は凍上により持ち上げられ、細分化することで表層土壌とともに流出することが示唆されている。このことを確認するため、一定時間間隔で撮影可能なフィールド用防水コンパクトカメラを設置し、タイムラプス撮影することで直接記録することを計画している。

## 4. 業績リスト

- (1) 学術論文  
該当なし

## (2) 紀要

該当なし

## (3) 報告書

松井透 (2016) 日本の貴重なコケの森「横倉山」.  
蘚苔類研究 16 (査読付き, 印刷中).

## (4) 学会発表

井上大輔・石川慎吾・松井透. 高知県三嶺カヤハゲに設置された植生マットと蘚苔類の関係.  
土佐生物学会第108回大会 (2015年12月12日, 高知).

## (5) セミナー等の開催

土佐生物学会夏の例会「四国自然史科学研究センターと横倉山自然の森博物館訪問」開催 (2015年7月12日, 高知).  
クマムシワークショップ (2015年9月5日, 高知).  
土佐生物学会第108回大会開催 (2015年12月12日, 高知).

## (6) 地域貢献活動

コケ・フオレー2015 初夏 in 高知・馬路村. 講師. 日本蘚苔類学会主催 (2015年5月2日~4日, 高知).  
クマムシ生体展示. 藁工ミュージアム開催「TURN/陸から海へ ひとがはじめからもっている力」 (2015年7月12日~9月23日, 高知).  
土佐生物学会 庶務幹事  
日本蘚苔類学会 地方幹事, 「日本の貴重なコケの森」選定委員会委員長  
環境省 希少野生動植物種保存推進員

## (7) 外部資金

「平成26年度科学研究費補助金」  
該当なし

「共同研究」  
該当なし  
「受託研究」  
該当なし  
「奨学寄付金」  
該当なし

## (8) その他

該当なし



## ニホンジカの土地利用特性と個体数管理

● 比嘉 基紀 (自然科学系理学部門)

### 1. 研究目的

産業革命以降、人間活動が自然環境及び生物の多様性に及ぼす影響が急速に増大した。特に人間活動に伴う土地利用の改変は気候変動と同様に生物多様性に影響を及ぼす要因となっている。このため、生物多様性を効果的に保全するためには、人間活動の変化が生物多様性に及ぼす影響を明らかにすることが重要である。

近年日本各地でニホンジカの個体数の増加とそれに伴う自然植生への影響が問題となっている。シカの個体数の増加の要因として、メスジカの保護政策、猟師の減少、天敵(ニホンオオカミ)の絶滅、暖冬による冬季の幼獣死亡率の低下のほか、過去の森林伐採の影響が指摘されている。高知県では、原木需要の増加による皆伐地の増加が見込まれており、土地利用が改変される可能性が高まっている。このため、今後シカの個体数がさらに増加する可能性がある。

効率的にニホンジカの個体数を管理するためには、ニホンジカの土地利用特性および狩猟者の人口動態と狩猟圧の空間分布、効率的な捕獲条件を明らかにすることが重要である。本研究では、高知県嶺北地域を対象に、調査地を5 km メッシュ 32セルの中心の1 km メッシュセルで糞粒調査を実施し、斜面傾斜角度と糞粒密度の関係について検討を行った。また、高知県香美市を対象として、狩猟者の人口動態と狩猟圧の空間分布について検討を行った。皆伐地周辺における給餌によるシカの誘引効果を明らかにすることを目的に、2015年の8月(夏期)と10月(秋期)に高知県中土佐町島ノ川の小面積皆伐地とその周囲の餌資源量の異なる6ヵ所計12地点においてシカの誘引試験を行った。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

土地利用特性

シカの糞粒密度は傾斜角度と標高によっ

て異なっていた。高標高では、糞粒密度は緩傾斜地で多い傾向を示したのに対し、低標高域では急傾斜地でも糞粒密度の高い地点が認められた。一般化加法モデル(Generalized additive model)を用いて、糞粒密度と傾斜角度の関係を解析した結果、糞粒密度は傾斜角度が10~30度の地点で高く、10度未満および30度以上の立地では低下する傾向が認められた。結果より、シカは緩傾斜地(10~30度)を好んで利用することが示唆された。糞粒密度が10度未満の立地で低下した要因として、10度未満の立地の調査地点数が少ないことと、傾斜が緩やかな地点は人間に利用されることが多いことからシカがこのような立地を避けている可能性がある。傾斜が急な立地(30度以上)でも、糞粒密度が低下したが、緩傾斜地と同様に調査地点数が少ないため、次年度はこれらの立地での調査も行い、データを補間して詳細に検討を行う必要がある。

#### 狩猟者の人口動態と狩猟圧の空間分布

香美市には、2014年に244名が狩猟登録をしていた、そのうち88%が50歳以上であった。2011年から2014年の年齢階級別の狩猟者数のデータをもとに人口動態の解析を行った結果、狩猟者数の変動は自然減のみで説明され、見かけ上の新規加入率は0であることが明らかとなった。将来予測を行った結果、今後10年間で狩猟者数は約4割(約100人)減少すること、現在の狩猟者を維持するためには年間人口10,000人あたり7名の新規狩猟者の加入が必要であることが明らかとなった。2014年と2015年の狩猟地点のデータをもとに、狩猟圧の空間分布を検討した結果、狩猟圧は中標高域の道路から近い場所に偏っていた。ニホンジカの捕獲頭数は年々増加傾向にあるものの、高標高域の道路から離れた場所に生息するニホンジカの頭数を狩猟者だけで管理することは難しいと考えられる。

#### 給餌によるシカの誘引効果

給餌試験の結果、皆伐地周辺の5カ所において、期間中は前後の期間と比較してシカの出現頻度が増加した。また夏期、秋期共に餌資源量にかかわらずほとんどの場所で餌が完食されていた。給餌期間中のシカの出現頻度は、夏期、秋期ともに皆伐地、林縁、二次林で高かった。これらの場所は餌場や身を隠す場所として利用されることが知られている。発砲可能な時間帯でシカが出没したのは日の出直後が最も多く、日中にはほとんど確認されなかった。これらのことから、利用頻度の高い皆伐地、林縁、二次林では、シカを効率的に誘引できる可能性があるものの、実際に捕獲を行うためには、シカが日中に出没するように給餌方法を調節する必要があると考えられる。

## (2) 問題点等

本年度は、天候や土地使用許諾の都合で当初予定していた日数の野外調査を行うことができなかった。

狩猟者人口が減少する中で、狩猟者人口を確保し、また狩猟圧を効果的に配分するシステムの構築が急務である。

給餌によるシカの誘引捕獲については、まだ調査データが限られているので、多地点で検討を行う必要がある。

## 3. 今後の展望

不足しているデータを補充するとともに、研究成果を地域に発信し、効率的にニホンジカの個体数を管理するシステムの確立に貢献した。

## 4. 業績リスト

### (1) 学術論文

Higa M, Yamaura Y, Koizumi I, Yabuhara Y, Senzaki M, Ono S (2015) Mapping large-scale bird distributions using occupancy models and citizen data with spatially biased sampling effort. *Diversity and Distributions*, 21: 46-54.

崎尾均・川西基博・比嘉基紀・崎尾萌 (2015) 巻き枯らしによるハリエンジュ林の管理. *日本緑化工学会誌*, 40(3): 446-450

比嘉基紀・川西基博・米林 伸・崎尾 均 (2015) 侵略的外来種ハリエンジュ (*Robinia pseudoacacia* L.) 若齢林の伐採後の刈り取りによる管理. *日本緑化工学会誌*, 40(3): 451-456

渡邊礼雄・井上光也・比嘉基紀・加藤元海

(2015) 四国におけるイシヅチサンショウウオの生息環境と生息適地の予測. *黒潮圏科学*, 8(2): 126-135

松井哲哉・中尾勝洋・津山幾太郎・比嘉基紀・大丸裕武・小南裕志・大橋春香・安田正次・中園悦子・小出 大・田中信行 (2015) 気候変動が天然林の潜在生育域に与える影響の評価と温暖化適応策. *日本不動産学会誌*, 29(1): 52-58

Koide D, Higa M, Nakao K, Ohashi H, Tsuyama I, Matsui T, Tanaka N (2016) Projecting spatiotemporal changes in suitable climate conditions to regenerate trees using niche differences between adult and juvenile trees. *European Journal of Forest Research*, 135(1): 125-136.

(2) 紀要 該当なし

(3) 報告書 該当なし

(4) 学会発表

築地孝典・比嘉基紀・石川慎吾. 高知県物部川の砂礫堆における樹林伐採後の植生変化. 日本生態学会中四国地区会 (2015年5月16日, 松山)

高橋瑛乃・比嘉基紀・石川慎吾. 高知市皿ヶ峰における草原生植物の刈り取りによる回復過程. 日本生態学会中四国地区会 (2015年5月16日, 松山)

高橋瑛乃・比嘉基紀・石川慎吾. 高知県中部に残存する小規模草地の植生と植物相. 植生学会第20回大会 (2015年10月11日, 高知)

杉田久志・酒井 敦・比嘉基紀. 石鎚山のシラベ林の林分構造と動態. 植生学会第20回大会 (2015年10月11日, 高知)

後藤将太・八代田千鶴・酒井敦・奥村栄朗・比嘉基紀・石川慎吾. 高知県中土佐町島ノ川の小面積皆伐地周辺における給餌によるニホンジカの誘引特性～夏期と秋期の比較～. 第110回土佐生物学会 (2015年12月12日)

(5) セミナー等の開催 該当なし

(6) 地域貢献活動 該当なし

(7) 外部資金

「平成27年度科学研究費補助金」  
基盤研究B 分担 東アジアにおける森林植物の分布制限条件の解明と過去・現在・将来の分布変化予測 (代表: 田中信行) 期間: 2015年4月1日～2020年3月31日(予定)

基盤研究C 分担 安定した立地における森林動態を考慮した地形-植生関係の実証的解明 (代表: 吉田圭一郎) 期間: 2015年4月1日～2018年3月31日(予定)

(8) その他 該当なし

## 変動する環境と地衣類

● 岡本 達哉（自然科学系理学部門）

### 1. 研究目的

地衣類は、従属栄養生物である菌類 (mycobiont) と、光合成能力を持つ緑藻あるいはシアノバクテリア (photobiont) とが共生し、地衣体 (thallus) と呼ばれる独特な体を形成している生物である。これまでにおよそ1万7千~1万8千種が記載されているが、研究者以外からは着目される機会がほとんどなく、他の生物群と比較すると一般市民の認知度も低い。日本からは約1600種が報告されているが、これは世界の地衣類の10%弱に相当する。このように、日本は国土面積は狭いものの、世界的に見ても地衣類の種多様性が高い地域である。一方、地衣類は乾燥化や大気汚染など環境の急変に弱く、国内では既に絶滅したとされる種や絶滅が危惧されている種は、環境省および地方自治体の集計で200種近くにのぼる。このため、地衣類の生育状況を把握し、適切な保全策を講じることが急務となっている。

われわれの研究室では1995年以降、高知県の地衣類について現状を記録するとともに証拠標本を後世に残すこと、環境変動の激しい地域における地衣類の動態等を調査することを目的とし、高知県最高峰である三嶺 (標高1893m) をはじめ、千本山 (1084m)、梶ヶ森 (1400m)、工石山 (1177m)、横倉山 (793m)、虚空蔵山 (675m) などにおいて山地の地衣類相を調査してきた。また、黒潮町から東洋町に至る海岸地域、高知市朝倉地区、鴻ノ森、南嶺などの里山における地衣類相の調査も実施している。さらに、地衣類のさまざまな特性を明らかにするため、気象条件などの環境要因との関わりや、含有成分の生理活性などについても研究を行ってきた。

本サブプロジェクトにおいても、人間活動の影響を受けやすい地域に重点を置いた調査を行い、環境の変動と地衣類の関係を明らかにすることを目的とした研究を継続している。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

高知市の南嶺で採集したアツミダイダイゴケ (*Caloplaca cinnabarina*) を、西日本新産種として報告した。本種はダイダイゴケ属の中でも”placodioid” と呼ばれる特異な地衣体を持つ種である。国内ではこれまで愛知県および岐阜県のみから記録されていたのみで、近畿地方以西での記録は今回が初めてとなる。

本種は、南嶺の草原内に点在する日当たりの良いチャートの露岩上に着生していた。国内外の他の産地における報告からも、本種の生育には明るく、日照時間が長いという条件が不可欠と考えられる。このため、周囲が草本群落から森林へと遷移が進行した場合、被陰によって消滅してしまう可能性が高い。南嶺における本種の生育地では数年から十数年に一度山火事が発生し、遷移の進行が食い止められることで、ホソバヒメトラノオ、ダイサギソウ、スズサイコなどの草原生稀少植物の生育適地が確保されている。アツミダイダイゴケの場合も同様に、山火事の発生が生育にとって重要な役割を果たしているものと考えられる..

#### (2) 問題点等

高知県における地衣類相の調査は、これまで中部の山地を中心に行われてきた (図 参照)。



このため、東部と西部に関しては情報が乏しく、地衣類の分布や生育の状況が十分に把握できていない。今後は中部の四国山地における調査に加え、東部、西部にも調査範囲を広げること、証拠標本の採取や生育状況の記録を残すことが必要である。

### 3. 今後の展望

これまでの調査結果から、高知県内には多くの地衣類が生育し、さまざまな環境要因の影響を受けていることが明らかとなってきた。また、身近な里山や海岸に、国内での報告例が少ない稀少種やレッドリスト掲載種が分布する事例も複数確認することができた。しかし、これまでに調査を行った地域は、高知県のごく一部に過ぎない。また、人間活動の影響を強く受ける都市部など、環境変動の激しい地域における知見は、未だに十分とは言えない状態である。

このため、今後も高知県内各地における地衣類相の調査を引き続き実施し、種の分布や動態を明らかにしていく予定である。現在、県中部の中追溪谷（いの町）、錦山（日高村）、針木地区（高知市）などで予備的な調査を進めており、数少ない担子地衣類や見逃されがちな極めて微小な種の生育などを確認している。

また、地衣類の含有成分によるアレロパシー効果や形態形成に関する研究を通じ、地衣群落の成立や他の生物との生存競争などに関する知見を得ることも計画している。

### 4. 業績リスト

(1) 学術論文  
岡本達哉・山本遼太. 2015. 四国新産の  
アツミダイダイゴケ（地衣類, ダイダイ  
ゴケ科）（査読付）. Hikobia 17: 31-32.

(2) 紀要  
該当なし

(3) 報告書  
該当なし

(4) 学会発表  
該当なし

(5) セミナー等の開催  
該当なし

(6) 地域貢献活動

環境省 希少野生動植物種保全推進員

高知県 四国山地カモシカ特別調査保護指導委員会委員

「高知に科学館を作る会」のウェブページ  
(<http://www.k3.dion.ne.jp/~bunkyo/shizenshi/index.html>)に、高知県の野生生物に関する写真と解説記事を掲載した（2006年より継続。これまでの累計約1800編）。

(7) 外部資金

「受託研究」公益財団法人 島根県環境保健公社  
地衣類に関する学術研究助成金  
「島根県西部地域に分布する地衣類の研究」  
（研究代表者）研究経費：11.7万円

(8) その他

該当なし

## 地球表層環境の長周期変動と生物多様性

● 奈良 正和 (自然科学系理学部門)

### 1. 研究目的

現在の地球表層環境とそこに見られる生物の多様性は、生命の誕生以来 38 億年、あるいは、それ以上、におよぶ長い歴史の上に成り立っている。したがって、これらを正しく理解するためには、地質学的時間スケールに立脚した古生態学の観点も重要である。

本研究では、この古生態学の観点から、長い時間スケールに及ぶ地球環境の変動と、それに対する生物群集の応答様式とを明らかにする事を大きな目的とする。そのために、地層に記録された堆積相、生痕化石相そして体化石相を解析し、地質時代における物理環境と生物群集、そして、それらの変動/変遷、を高い精度で復元していく。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

主な成果を以下に述べる。

- 1) オフェリアゴカイ科多毛類が、その生息場(砂浜)の地形変動に応答して行動様式を変化させることは、現世生痕の観察から明らかとなっている。その地形変化と同多毛類の行動変化との関係が、時空を超えて見られる事を、現世海浜の地中レーダー解析、堆積物コア解析、ならびに、更新統の堆積相詳細解析から明らかにした。
- 2) わが国初の GSSP (Global Boundary Stratotype Section and Point) 認定の期待がかかる千葉県市原市田淵の国本層において掘削された当該層準コアの堆積相、帯磁率、地球化学的特性の解析を行い、同層準が高い堆積速度のもとでほぼ連続的に堆積した GSSP としてふさわしいものであることを明らかにした。
- 3) ブンブクウニ類の移動摂食痕と考えられている生痕化石 *Scolicia* を中心とする生痕ファブリックを、和歌山県に分布する中新統白浜層の潮汐低地堆積物から発見した。さらに、形成者の現世のカウンターパートであるセイタカブンブクとその生痕を瀬戸内海の潮汐低地から見だし、その *Scolicia* 類の詳細な形成機構について考察した。
- 4) 先年発見した中新統三崎層群の津波堆積物と同様な特徴を有するイベント堆積物を複数発見

し、その意義を報告した。

5) 千葉県銚子半島に露出する下部白亜系銚子層群犬吠埼層の波浪卓越型浅海システム堆積物から、*Ophiomorpha* や *Macaronichnus* などからなる生痕化石群集を見いだした。

#### (2) 問題点等

当初の計画では、さらに積極的な野外調査を展開する予定であったが、日程の関係で十分に調査に出かける事ができなかった。

### 3. 今後の展望

上述の通り、いくつかの研究テーマにおいて一定の成果が上がってきた。今後、さらなる補強調査を続けるとともに、学会での講演や論文として積極的に公表していきたい。

### 4. 業績リスト

#### (1) 学術論文

- 1) Seike, K., Nara, M., Takagawa, T., Sato, S., 2015, Paleocology of a marine endobenthic organism in response to beach morphodynamics: trace fossil *Macaronichnus segregatis* in Holocene and Pleistocene sandy beach deposits. *Regional Studies in Marine Science*, 2, 5-11, DOI: 10.1016/j.rsma.2015.09.006.
  - 2) Hyodo, M., Kato, S., Kitamura, A., Takasaki, K., Matsubara, H., Kitaba, I., Tanaka, I., Nara, M., Matsuzaki, T., Dettman, D.L., Okada, M., 2015: High-resolution stratigraphy across the early middle Pleistocene boundary from a core of the Kokumoto Formation at Tabuchi, Chiba Prefecture Japan. *Quaternary International*, in press.
  - 3) 奈良正和, 2016, 古第三系および新第三系. 日本地質学会編, 日本地方地質誌 7, 四国地方, 朝倉書店, 272-288.
  - 4) 水野清秀・奈良正和, 概説. 日本地質学会編, 日本地方地質誌 7, 四国地方, 朝倉書店, 269-271.
- #### (2) 紀要
- 該当なし
- #### (3) 報告書
- 該当なし
- #### (4) 学会発表
- 1) Nara, M., Aikou, K., and Imai, S., 2015: Diastrophism and benthic ecosystems: Sedimentology, ichnology, and paleoecology during Miocene back-arc spreading of the



- SW Japan Arc. 13th International Ichnofabric Workshop Abstract Book, 23-24, Kochi, 15 May 2015.
- 2) Kondo, Y. and Nara, M., 2015: Paleocology of *Panopea japonica* (Bivalvia: Hiatellidae) as viewed from its body and trace fossils in the Pleistocene transgressive-regressive cycles in Chiba, Japan. 13th International Ichnofabric Workshop Abstract Book, 32-33, Kochi, 16 May 2015. (5)
- 3) Imai, S., and Nara, M., 2015: Tsunamiite facies model for the wave-dominated shallow marine settings based on the examples from the Miocene Tatsukushi Formation, Misaki Group, SW Japan. 13th International Ichnofabric Workshop Abstract Book, 58-59, Kochi, 15-16 May 2015. (6)
- 4) Itani, G., Matsuyama, D., Henmi, Y., Kajihara, K., and Nara, M., 2015: *Sestrostoma balssi* and *Pseudopinnixa carinata*. 13th International Ichnofabric Workshop Abstract Book, 60, Kochi, 15-16 May 2015.
- 5) 今井 悟・奈良正和, 2015: 波浪卓越型浅海堆積物環境における津波堆積物：中新統竜串層の例. 日本堆積学会 2015 年つくば大会プログラム・講演要旨, 83, 2015. 4. 25-26.
- 6) 中里裕臣・奈良正和・岡崎浩子・水野清秀, 2015: 関東平野東部, 常総台地における御岳火山起源テフラに関する新発見. 日本第四紀学会講演要旨集, 45, 8-8, 早稲田大学, 2015. 0829-30.
- 7) 今井 悟・奈良正和, 2015: 中新統竜串層の波浪卓越型浅海堆積物に見られる津波堆積物の堆積相. 日本地質学会四国支部第 15 回総会・講演会講演要旨集, p. 5, 高知大学, 2015. 12. 19.
- 8) 川口昌人・奈良正和, 2015: 白亜紀波浪卓越型浅海堆積システムの生痕学：下部白亜系銚子層群犬吠埼層の事例研究. 日本地質学会四国支部第 15 回総会・講演会要旨集, p. 10, 高知大学, 2015. 12. 19.
- 9) 妹尾美紗子・奈良正和, 2015: 中新統田辺層群白浜層に産する生痕化石 *Scolicia* の古生態. 日本地質学会四国支部第 15 回総会・講演会要旨集, p. 12, 高知大学, 2015. 12. 19.
- 10) 妹尾美紗子・奈良正和, 2016: 中新統田辺層群白浜層産 *Scolicia* の生痕学と古生態. 日本古生物学会第 165 回例会予稿集, p. 57, 京都大学, 2016. 1. 30.
- 11) 今井 悟・奈良正和, 2015: 波浪卓越型浅海堆積物における津波堆積物の認定：津波イベントの古生態学的研究へ向けて. 日本古生物学会第 165 回例会予稿集, p. 57, 京都大学, 2016. 1. 30.

#### (5) セミナー等の開催

- 1) 13th International Ichnofabric Workshop (第 13 回国際生痕ファブリックワークショップ) 開催. 訪：高知大学ならびに高知県下の堆積岩露出地. 平成 27 年 5 月 14-21 日.

#### (6) 地域貢献活動

- 1) 高知小津高校科学巡検ゼミ講師.  
授業題目：「波浪卓越型砂浜海岸の堆積学と現世古生態学」, 「中新統三崎層群竜串層の堆積学と古生態学」, 「白山洞門の地形と火成岩類」ほか. 平成 27 年 11 月 14-15 日.

#### (7) 外部資金

- 1) 「平成 26 年度科学研究費補助金」基盤研究(C) 代表 800 千円 (直接経費) 240 千円 (間接経費)  
2) 「東京地学協会国際研究集会援助金」, 13th International Ichnofabric Workshop (第 13 回国際生痕ファブリックワークショップ) 開催に関する助成 (前年度にまたがる助成), 640 千円.

#### (8) その他

- 受賞**  
名称：日本地質学会優秀講演賞  
受賞者：今井 悟・奈良正和  
タイトル：中新統竜串層の波浪卓越型浅海堆積物に見られる津波堆積物の堆積相  
大会名：日本地質学会四国支部第 15 回総会・講演会  
開催地：高知大学  
受賞年月日：平成27年12月19日

#### 報道

該当なし

## 日本列島における植物群と環境変遷との関わり

● 三宅 尚 (自然科学系理学部門)

### 1. 研究目的

日本列島の植生や植物相、構成種の地理分布、生物多様性は、現存する植物の生理生態的特性や生物間の相互作用と、それらに影響を及ぼす環境要因との関わりのみで説明できないことがある。それは、現存する植物が過去に生じた、気候変化や地殻変動などの多様な環境要因に、多様な影響を受けつつ、現在に至っているためである。本研究では、主に新第三紀鮮新世末から現在にかけて、植物と過去の環境変遷との関わりを明らかにすることを目的とする。特に鮮新世末～中期期更新世にかけて植物相の形成が段階的に生じた時期、現在の温暖期につながる寒冷期である最終氷期、人間活動が生態系に顕著なインパクトをもたらした後氷期に焦点を当てる。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

本年度は、主に長野、愛知、愛媛、香川などにおいて、河成・湖成段丘面下堆積物の露頭断面の観察および試料採取を行い、共同研究者とともに、<sup>14</sup>C年代測定、テフラ分析および植物化石分析(花粉・種実化石)を行った。

既存のデータと、本研究のこれまでのデータを用いて、四国・九州地方の太平洋沿岸地域における最終氷期最盛期の植生や植物の分布様式についてまとめ、本年度の国際第四紀学連合(INQUA)第19回大会で公表した。その概要を以下で述べる。

最終氷期最盛期の日本列島では、マツ属、モミ属、ツガ属、トウヒ属などの温帯～亜高山帯の針葉樹花粉が多産することが多い。四国・九州でも、四国北部や九州北東部の低地、九州山地を主として、針葉樹花粉の占める割合が高い地点が多い。四国南部や九州西南部など太平洋沿岸の低地では、マツ属単維管束亜属、モミ属、ツガ型など針葉樹花粉も多いが、クマシデ属、コナラ属コナラ亜属、ブナ型、ニレ属型などの落葉広葉樹花粉の割合が樹木花粉の過半を占める地点が多い。また、太平洋沿岸低地では同時に、イネ科、ヨモギ属などを主とする草本花粉が極めて多産する地点が多い。他方、常緑広葉樹花粉はいずれの地域でも数%の低率で出現するのみである。花粉データを

もとに、バイオマイゼーション法によりバイオーム型を推定すると、九州西南部と四国南部の地点は冷温帯落葉広葉樹林に、それ以外の地域の地点は冷温帯針広混交林にそれぞれ分類された。

四国・九州では大型植物化石データが少ないが、次に示すデータが得られている。北九州市貫川遺跡ではチョウセンゴヨウとトウヒ属バラモミ節が産出する。えびの市では、コナラ、ハンノキ属、ヤマグワ、カラスザンショウ、イヌザンショウ、クマヤナギ属、ミズキなどの温帯落葉広葉樹を主とする種実化石が得られている。

これらの花粉・種実化石データに基づくと、四国北部、九州北東部の低地や九州山地には、冷温帯針広混交林が分布していたと推定される。他方、四国南部・九州南西部などの太平洋沿岸低地では、低湿地や丘陵地の上部斜面・尾根を中心に草原が広がり、丘陵地の下部斜面・谷には針葉樹が少なく落葉広葉樹が優勢な樹林が島状に孤立分布していたと考えられる。常緑広葉樹(林)の存在を示す植物化石データは現在のところ、得られていないが、常緑広葉樹の現在の地理分布や遺伝的構造を考慮すると、少なくとも九州南部や室戸岬、紀伊半島には常緑広葉樹(林)が分布していた可能性が高い。

四国南部・九州南西部などの太平洋沿岸低地において落葉広葉樹が優勢な樹林が草原の中に島状に分布し得た要因を議論するには、最盛期の気候環境、特に気温と降水量の低下の程度や季節的配分を考慮する必要がある。

#### (2) 問題点等

常緑広葉樹林の存在を示す植物化石データは現在のところ、得られていない。常緑広葉樹の現在の地理分布や遺伝的構造から示唆された、最終氷期最盛期の可能性のある常緑広葉樹林の分布域において、引き続き研究を進めたい。

### 3. 今後の展望

植物化石データに基づき、四国・九州の太平洋沿岸低地ではこの時期、落葉広葉樹が優勢な樹林が草原の中に島状に分布していたと推論した。この推論を説明し得る気候環境のシナリオの1つとして、1) 落葉広葉樹林が分布可能な成長期(夏)の降水量が確保されていたこと、2) 冬は極端な低温・乾燥気候に支配されていたことが挙げられる。

最盛期の気候環境,特に気温と降水量の低下の程度や季節的配分を明らかにするには,中高緯度域への熱や水蒸気の媒体として重要な黒潮の流軸位置,夏モンスーンの影響範囲を示す夏の亜熱帯ジェットの配置,冬モンスーンの影響範囲を示す極前線の分布位置などと想定できる.今後はまず,海洋・陸上コアで得られている風成塵や他の微化石,化学成分の既存データを取りまとめる.また,関連する研究に従事する研究者との共同研究を押し進め,この時期の太平洋沿岸低地の気候環境を明らかにするとともに,植物化石データから推定された植生や植物の分布様式の検証を行いたい.

#### 4. 業績リスト

##### (1) 学術論文

- Nakamura, A. et al. (+12 co-researchers, 6th.)  
(2015) Weak monsoon event at 4.2 ka recorded in sediment from Lake Rara, Himalayas. *Quaternary International* (Online).
- Aung, M.M., Tanaka, N. and Miyake, N. (2015) Two ginger, *Zingiber orbiculatum* and *Z. flavomaculosum* (Zingiberaceae), newly recorded from Myanmar. *Bulletin of National Museum of Nature and Science Series B* 41: 107-112.
- Aung, M.M., Tanaka, N. and Miyake, N. (2015) *Larsenianthus arunachalensis* (Zingiberaceae): a new distributional record for the flora of Myanmar. *Rheedea* 25: 94-96.

##### (2) 紀要

該当なし

##### (3) 報告書

該当なし

##### (4) 学会発表

- Miyake, N., Shimada, M., Takahara, H. and Momohara, A. LGM vegetation in the Pacific side of Shikoku and Kyushu Islands in Japan. *International Union for Quaternary Research, XIX Congress* (26 Jul.-2 Aug., 2015, Nagoya, Japan).
- Takahara, H., R. Hayashi, Y. Igarashi, A. Momohara, N. Miyake, N. Sasaki, S. Suguita, Y. Tsumura and A. Yoshida. Vegetation map during the Last Glacial Maximum in Japanese Islands and its vicinity based on recent palaeoecological and genetic data. *International Union for Quaternary Research, XIX Congress* (26 Jul.-2 Aug., 2015, Nagoya, Japan).
- Aung, M.M., Tanaka, N. and Miyake, N. New or noteworthy taxa of *Zingiber* (Zingiberaceae) in Myanmar, *The 7th International Symposium on the Family Zingiberaceae* (17-20 Aug., 2015, Chiang Mai,

Thailand).

- 三宅 尚・増田あいみ・百原 新・井村隆介・河野樹一郎・森川政人. 霧島山地えびの高原における過去約 2,000 年間の植生変遷. *日本花粉学会第 56 回大会* (2015 年 10 月 2 日~4 日, 滋賀).
- 三宅 尚・藤田雄大. 布地試料に付着させた花粉の残存様式に関する法花粉学的研究: サツキ(ツツジ科) の例. *日本法科学技術学会第 21 回学術集会* (2015 年 11 月 12~13 日, 千葉).
- 百原 新・三宅 尚・工藤雄一郎・塚腰 実・沖津 進. 三木茂標本の炭素年代測定に基づく中部-西南日本の最終氷期最寒冷期植物化石群の再検討. *日本植生史学会第 30 回大会* (2015 年 11 月 7~9 日, 北海道).

##### (5) セミナー等の開催

該当なし

##### (6) 地域貢献活動

該当なし

##### (7) 外部資金

- 「平成 27 年度科学研究費補助金」
- ・挑戦的萌芽 (代表)  
500 千円 (直接経費) 150 千円 (間接経費)
  - ・基盤研究 B (分担)  
代表: 沖津 進 300 千円 (直接経費) 90 千円 (間接経費)
  - ・基盤研究 B (分担)  
代表: 高原 光 340 千円 (直接経費) 102 千円 (間接経費)

「共同研究」

該当なし

「受託研究」

該当なし

「奨学寄付金」

該当なし

##### (8) その他

該当なし