

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

1-2 研究経費

総額 1,650 千円（うち大学改革促進経費 1,350 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	7		
	著書	0		
	紀要	2		
	報告書	3		
	学会発表	20		
	セミナー・講演会・シンポジウム等の開催	6		
地域貢献	20	昨年に引き続き、石川は高知県生物多様性地域戦略策定委員会委員長を務めた。		
外部資金	科研費			2,600
	共同研究			0
	受託研究			0
	奨学寄付金			700
	その他			0
	合計			3,300
特許等	該当なし			
その他特記事項	該当なし			

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って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が、現在の現象を研究している分野では、特にニホンジカの食害で生態系が劣化している四国山地において、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。過去を研究する分野では、紀伊半島南部、四国および九州南部を主な調査地とし、植物化石の分析によってこの地域の植生・植物相形成に重要な影響を及ぼしたと推定される、最終氷期の植物群の分布様式をまとめること、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、2014年3月4日（火曜日）13時00分から15時10分まで非公開で行った。各メンバーの成果報告と質疑応答を行ったあと、来年度の研究計画について話し合った。研究成果の概要は以下のとおりである。

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。また、ササ枯れ後の裸地に侵入した蘚苔類の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なった。これらの成果をもとに今後の対策を考える必要性を確認した。

地衣類の研究では、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希少種も発見した。

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なった。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。

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ところ、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。

2-3 特筆すべき事項

「最新高知の地質、台地が動く物語。鈴木堯士・吉倉紳一 編、南の風社」（奈良が分担執筆）が第23回高知出版学術賞を受賞した。第28回日本植生史学会大会（2013年11月29日-12月1日）を高知大学で開催し、本プロジェクトの成果が全国からの植生史研究者によって議論された。高知県生物多様性地域戦略が平成26年1月に完成したが、策定の段階で随所に本サブプロジェクトの成果が活用された。

攪乱作用が植生動態に与える影響と生物多様性の保全

● 石川 慎吾（自然科学系理学部門）

1. 研究目的

四国山地、特に剣山系におけるニホンジカの過剰採食による植生の破壊について調査を進めてきたが、ササ草原の急激な衰退によって土壌の流失や斜面崩壊が進行している場所が広域的に認められるようになった。平成25年度は横山氏と協力して三嶺地域の斜面崩壊の現状把握および斜面崩壊にいたるプロセスと原因を明らかにすることを目的とした。

四万十市入田地区で進められている自然再生事業「アユの瀬づくり」において、樹木や竹林の伐採・間伐が行われた結果、林内が明るくなり、春季にヤナギ林の林床一面に広がる菜の花群落が発見された。その景観を活かし、毎年菜の花祭りが開催され、地域の活性化と四万十川への関心の醸成に役立っている。しかし、生育するセイヨウアブラナなどは外来種であり、自然生態系の構成種への影響が懸念される。菜の花群落の生態的な影響に加え、地域や人々に与える社会的影響について把握し、四万十川の自然再生における河川生態系の保全と菜の花の活用との関連性を検討することを目的とした。

2. 研究結果

(1) 成果

① 剣山系三嶺地域における斜面崩壊地の分布とササ草原の衰退との関連性

地すべり状侵食が進行している場所において、地形と植生との関連性を調べる目的で4本の測線を設置し、横断地形の測量を行うとともに、植生調査を行った。優占種としては、イ、ススキ、ヤマヌカボ、バライチゴなどが生育しており、地形に対応した分布の偏りが認められた。遷急線の直上の緩斜面ではイが優占しており、遷急線から上方に離れるに従って、ススキの優占度が高くなった。湿性な立地を好むイが遷急線の直上で優占していたのは、傾斜が緩く、上方から流れてきた水が一時的に滞留して土壌水分が高くなっていることが原因であると考えられる。一方、ミヤマクマザサはわずかに残存していたが、最大でも数パーセントの被度にとどまった。特に崩壊が起きている場所ではミヤマクマザサはほとんど生育していなかった。

崩壊斜面上部の5カ所で20cm×20cmの方形枠を設置し、表層から深さ10cmまでの植物の地下器官（根と地下茎）を採取した。また、比較のためにミヤマクマザ

サの被度が90%以上の場所で、同様に地下器官を採取した。ササの地下茎を、生存地下茎、半腐朽地下茎、腐朽地下茎に分けて乾燥重量を測定した結果、崩壊斜面上部にはササの生存地下茎は全く残存しておらず、腐朽地下茎と半腐朽地下茎のみで、総乾燥重量の平均値は土壌4000m³あたり約8gであった。一方、ササ密生地では総乾燥重量の平均値は約30gで、そのうち生存地下茎が約20gを占めていた。地すべり状侵食地ではササの地下茎が枯れて、板状根系層のブロックを引っ張って支えられなくなったことによって崩壊が進行していることが推察された。板状根系層がブロック状にちぎれて滑落した跡を観察すると、地下水が流れ出たたくさんのパイプ孔が確認できた。パイプ孔は板状根系層の下面の深さ約10cmと、礫の多い深さ約40-50cmに集中していた。特に、板状根茎層の下面はササの地下茎が密生している深さに相当し、ササの地下茎が枯れたことによって、地下水の通り道ができた結果、多くのパイプ孔ができた可能性が高い。すなわち、ササ群落の枯死が地すべり状侵食による斜面崩壊を促進させていることが推察できる。

② 四万十川における河川生態系の保全と地域活性化との両立

ヤナギ林、エノキ林が発達する河床に5本のベルトトランゼクトを設置し、植生調査、地形測量、土壌調査、光環境の調査を行った結果、セイヨウアブラナやセイヨウカラシナなどの菜の花類は、この場所に生育するヌカボタデ、ミズユキノシタなどの希少種とは生育適地が異なり、希少種に及ぼす直接的な悪影響は認められなかった。菜の花祭り参加者へのアンケート調査の結果、菜の花は里地・里山に古くから生育し、日本人が小さいころから親しんできた植物であり、ヤナギ林の林床に広がる菜の花群落に魅力を感じこそすれ、違和感を感じている人はほとんどいなかった。地元の入田地区の住民への聞き取り調査を行った結果、菜の花群落の存在により地域住民が河川環境に関心を持つようになり、菜の花群落の景観を維持したいという地域住民意識の高まりが、河川管理や清掃等の活動の輪を広げていた。

(2) 問題点等

① 斜面崩壊と地下水の流れ、湧水地点との関連性を

さらに詳細にを明らかにする必要がある。

② 河川の生態系は洪水などの攪乱作用によって変動することがその特徴であり、原生林のように同様の組成と構造を持った植生が保持されにくい。菜の花祭りを今後も続けていくために、行うべき人為作業について自然再生事業の目的とすり合わせながら考えていく必要がある。

3. 今後の展望

横山氏と協力しながら、土壌侵食の正確な分布を明らかにし、タイプ別の土壌侵食分布図の作成、湧水箇所と植生の調査を行う。

四万十川入田地区自然再生協議会のメンバーと協力して、入田地区ヤナギ林の林床管理の方針を策定する。

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

松本翔吾・石川慎吾 (2013) シカの食害を受けた林床の植生状況と緑化候補となる植物種について。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」(6) -資料集。三嶺の森をまもるみんなの会, pp. 17-23.

横山俊治・福島将太・比嘉基紀・石川慎吾 (2014) 白髪山-白髪分かれの尾根の東側斜面で発生しているシカの食害地域の土壌侵食, 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(7) - 資料集, 三嶺の森をまもるみんなの会, pp. 14-21.

福島将太・比嘉基紀・横山俊治・石川慎吾 (2014) 三嶺山域の稜線部における斜面崩壊の発生状況, 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(7) - 資料集, 三嶺の森をまもるみんなの会, pp. 22-26.

- (4) 学会発表

堀澤凌甫・石川慎吾 (2013) 剣山系稜線部のササ草原およびウラジロモミ林, シラビソ林におよぼすニホンジカの影響。日本生態学会中国四国地区会 (2013年5月12日, 徳島)

山ノ内崇志・石川慎吾 水生植物の個体群動態のパターンは各種の生活型と密接に関連する:4年間の継続調査結果。日本生態学会中国四国地区会 (2013年5月12日 徳島)

山ノ内崇志, 石川慎吾 河川の水生植物群落の成立機構:時空間スケールの違いに着目して。日本生態学会第60回大会 (2014年3月15日, 広島)

山ノ内崇志, 石川慎吾 遊離炭酸と炭酸水素イオンの利用から見た水草の光合成特性。水草研究会第35回大会 (2013年8月24日, つくば)

Kusunose, Y. & Ishikawa, S. Spatial distribution patterns of coastal plants in beaches restored by offshore breakwaters in Yumigahama, Yonago City, western Japan. INTECOL (International Congress of Ecology, 2013年8月22日 London).

高野美波・比嘉基紀・石川慎吾。四国山地三嶺山域さおりが原に設置した防鹿柵からの林床植生回復の可能性。土佐生物学会 (2013年12月7日, 高知大学)

- (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」(6)」, 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 (2013年6月22日香美市中央公民館にて開催)

「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 (7)」, 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 (2014年1月25日香美市中央公民館にて開催)

国土交通省四万十川自然再生協議会・マイズルテンナンショウの会総会において講演「四万十川の可変植生の動態から菜の花祭りの今後を考える」(2013年6月1日 国土交通省 中村河川国道事務所四万十市防災センター)

- (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)
- ・高知県生物多様性地域戦略 (生物多様性こうち戦略 - 仮称) 策定委員会委員長
- ・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
- ・高知県文化環境アドバイザー
- ・高知県希少野生動植物保護専門委員
- ・公益財団法人高知県牧野記念財団 外部評価委員。
- ・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。
- ・国土交通省四万十アドバイザー会議委員。
- ・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

河川整備基金 600千円 (河川財団)

- (8) その他

高知新聞 2013年6月23日に三嶺の森をまもるみんなの会の公開報告会の記事「シカ食害の知って」が掲載された。

日本列島太平洋沿岸域における最終氷期以降の植物群の分布様式の解明

● 三宅 尚（自然科学系理学部門）

1. 研究目的

日本列島の太平洋沿岸では現在、暖温帯域にシイ属、コナラ属アカガシ亜属などが優占する照葉樹林が分布する。この照葉樹林は東南アジアの熱帯多雨林から続く、常緑広葉樹林の世界的な分布北限である。また、四国地方のシラビソを主とする亜高山帯域の常緑針葉樹林は、日本の亜高山林の南西限にあたる。

植物地理的に、東海地方以南の西南日本外帯は襲速紀地域とも呼ばれる。暖温帯域の地形的に特殊な立地には固有種が多く残存し、特に中間温帯域にはモミ、ツガ、コウヤマキ、イヌブナ、ヒメシャラのほか、草本や低木にも固有種が多数存在する。コウヤマキやトガサワラは第三紀に繁栄した、起源の古い遺存種である。

このように、太平洋沿岸域はユニークな植生と植物相をもつといえる。この地域の植生や植物相の特性を明らかにするには、第四紀以降の気候変化や地殻変動と関連づけながら、植物種の古地理やその変遷、種多様性の発達過程などを調べる必要がある。しかし、この地域における古植物学的、古生態学的研究は最終氷期でさえも充分でない。

本研究では、紀伊半島南部、四国および九州南部を主な調査地とし、植物化石分析（花粉・種実・木材化石）から、この地域の植生・植物相形成に重要な影響を及ぼしたと推定される、最終氷期の植物群の分布様式をまとめることを目的とする。

2. 研究結果

（1）成果

本年度も、これまでと同様、主に岡山、愛媛、高知県において、最終氷期に対比される、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、テフラ分析と植物化石分析（花粉・種実化石）を行った。既存のデータと本研究のデータの比較から、最終氷期最盛期の西南日本の植生と植物の分布様式についてまとめたので、その概要を以下で述べる。

近畿・中国地方の植生分布

いずれの地点でもマツ属単維管束亜属、ツガ属、モミ属、トウヒ属などの針葉樹花粉が優勢なことが多く、西南日本には全体として、マツ科を主とする温帯～亜高山帯の針葉樹を主とした樹林が広がっていたと推定される。ただし、コナラ属コナラ亜属、クマシデ属、ブナ属などを主とする落葉広葉樹花粉が随伴することが多く、特に沿岸低地では落葉広葉樹花粉（特にブナ属）の占める割合が相対的に高い傾向にある。陸化した瀬戸内海の植生はこれまで、年代観の確かなデータがなく明確ではなかったが、岡山平野でマツ属単維管束亜属、コメツガ型、カバノキ属などを主体とする花粉組成を得た。種実化石の産状も加味すると、低地にはモミやツガ、チョウセンゴヨウ、バラモミ類に、ナラ類、シデ類、ブナなどの落葉広葉樹が混生する冷温帯の針広混交林が分布し、陸化した瀬戸内海では特にチョウセンゴヨウやコメツガ、カンバ類が優勢であったと推定される。

四国・九州地方の植生分布

四国南部と九州西南部の低地では、マツ属単維管束亜属、モミ属、ツガ型など針葉樹花粉が多いが、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。他方、四国北部の低地、九州北東部の低地や九州山地では、針葉樹花粉の占める割合が高い。花粉化石データをもとに、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、九州地方では大型植物化石資料が少ないものの、次の2つのデータがある。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

樹な樹林が広く覆っていたと考えられる。

四国南部や九州西南部の地域で落葉広葉樹が優勢な樹林が分布し得た要因を議論するには、最盛期の気候環境、特に成長期の降水量低下の程度を考慮する必要がある。これら地域の気候環境で鍵となるのは、中高緯度域への熱や水蒸気の媒体として重要な、黒潮の流軸位置といえる。最盛期の黒潮の流軸位置については、琉球列島の東側を北上していたとする考えと、現在と同様に、東シナ海に流入していたとする考えがある。また、黒潮は東シナ海に流入していたが、現在よりも弱体化していたとする研究もある。もし後者のように、紀伊半島以東に比べて、九州、四国沖における黒潮の流軸位置が現在と大差なく、黒潮の影響をある程度受けていたとすれば、降水量の減少が塚田の推定（45～60%の低下）ほど厳しくなく、これらの地域はブナをはじめとする落葉広葉樹が優勢な樹林が成立する条件を満たしていたと推定される。ただし、この件に関しては、今後の詳細な検証が必要である。

主な針葉樹の分布様式

コメツガ型とウラジロモミ型花粉は、九州南部ではほぼ連続して産出する。えびの市では、他の亜寒帯～温帯の針葉樹や温帯落葉広葉樹とともに、ウラジロモミとコメツガの種実化石が産出する。現在、九州ではウラジロモミは分布せず、コメツガの分布も大分県と宮崎県の県境にある祖母山に限られる。最盛期には、少なくとも九州南部に両種が生育していたと推定され、氷期における針葉樹の分布拡大を知る手がかりとなる。

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考えられる。九州では、スギ属花粉は断続的か、連続出現しても1～2%にとどまるため、スギの逃避地は現在のところ、不明である。

(2) 問題点等

今のところ、紀伊半島や九州南部で最盛期に対比される堆積物がなく、照葉樹林の逃避地を示唆する直接の化石情報は得られていない。本研究から明らかとなった最盛期の植生分布と、他のプロキシマから推定される気候、海洋環境との対比が今後の焦点である。

3. 今後の展望

現在の植生・植物相形成に直接、影響を及ぼした時期として、現在の温暖期につながる寒冷期である最終氷期に焦点を当て研究を進めてきた。ただし、新第三紀鮮新世末から現在にかけて、日本の植物相形成は気候・地殻変動とともに段階的に進行したことが明らかにされて

いる。また、現在の温暖期においても、人間活動、特に集約的な農耕が始まると、それまでの植生景観が一変したことが分かっている。今後は、このような背景も踏まえ、特に鮮新世末～前期更新世と後期完新世を中心に、西南日本の植生・植物相形成について研究を進める予定である。

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 該当なし
- (4) 学会発表

三宅 尚・齊藤友有也・百原 新・水野清秀.

熊本県人吉盆地から産出した最終氷期最盛期の花粉化石群. 第54回日本花粉学会大会(2013年8月31日, 愛媛).

三橋杏子・中川 昶・三宅 尚. 広島県江田島市におけるため池堆積物の花粉分析と植生景観の構造解析. 第54回日本花粉学会大会(2013年8月31日, 愛媛).

三宅 尚. 西南日本にはどんな森があった? —花粉化石からわかってきたこと—. 日本植生史学会公開シンポジウム(2013年11月30日, 高知).

山川 千代美ほか4名(4番目). 鮮新統最上部古琵琶湖層群甲賀層産化石トガサワラ属の古生態について. 日本植生史学会第28回大会(2013年12月1日, 高知).

酒井 敦・土居 優・三宅 尚. 常緑広葉樹林と針葉樹人工林の境界域における埋土種子組成. 日本生態学会第61回大会(2013年3月15日, 広島).

- (5) セミナー等の開催

公開シンポジウム「環境問題および環境因子としての花粉とヒトとの関係」(2013年8月31日, 松山大学)

第28回日本植生史学会大会(2013年11月29日-12月1日, 高知大学, 高知市).

第36回日本植生史学会談話会「室戸岬の植生と植物」(2013年12月2日, 室戸市).

- (6) 地域貢献活動

日本花粉学会公開シンポジウム「環境問題および環境因子としての花粉とヒトとの関係」(2013年8月31日, 松山大学, 松山市).

日本植生史学会公開シンポジウム「最終氷期最寒冷期の西南日本の森を考える —植物化石とDNAからさぐる古植生研究の最前線—」(2013年11月30日, 高知市文化プラザかるぽーと, 高知市).

- (7) 外部資金

「奨学寄付金」 100千円(緑化技研(株))

- (8) その他 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 億年以上におよぶ長い歴史の上に成り立ってきたものである。したがって、これらを理解するためには、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、この古生態学にもとづいて、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を高い精度で復元していく。

2. 研究結果

(1) 成果

・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ところ、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わかった。

・北九州地域に分布する漸新統芦屋層群陣ノ原層は、外浜-沖浜システムが消長を繰り返すことで形成された 3 つの堆積シーケンスからなること、さらに、これらの地層中には、*Alcyonidiopsis isp.* や *Cylindrichnus concentricus* といった 7 属 8 種の生痕化石が産し、それらの産出は、相対的海水準変動や波浪エネルギーといった物理的環境条件の違いに支配されている可能性が高いことを明らかにした。

・従来、検討が不十分であった中部中新統西表層の堆積年代を石灰質ナノプランクトン年代に基づいて再検討した。その過程で、十脚類が形成する特定の生痕化石に含まれる岩石試

料から、保存の良いナノプランクトンが抽出できることを明らかにした。

・ブラジルの下部デボン系から、*Rosselia socialis* が密集する特徴的な生痕化石群集を報告し、それが Nara (2002) で説明されたのと同様な機構で形成されたことを示した。

・長い周期をもって生じるものの、地質学的時間スケールで見ると瞬間的にかつ破滅的な環境変化を生じうる、津波による堆積作用と沿岸環境への影響について研究を進めているが、その過程で高知県の中新統から発見した津波堆積物について、その堆積機構を従来よりも詳しく復元することができた。また、高知県の香長平野地下から津波堆積物と考えられるイベント堆積物を発見した。このイベント堆積物は、今後、歴史地震との対比が待たれている。

(2) 問題点等

このプロジェクト内での連携を高めるために、花粉や植物遺骸を含んだ地層を探しているが、今のところ良い結果が得られていない。土佐湾東岸や北九州などで複数の野外調査をおこなったものの、十分ではなかったかもしれない。

3. 今後の展望

さらなる成果をあげるため、より活発な野外調査を行う。また、今年度発見した土佐湾東岸の鮮新統-更新統浅海堆積物から津波イベントにともなう可能性が高い堆積物について、その堆積機構と生態系への影響評価に関する研究を進展させたい。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

小竹信宏・亀尾浩司・奈良正和, 2013, 沖縄県西表島の中部中新統西表層最上部の地質年代と堆積環境. 地質学雑誌, **119**, 701-713.

Netto, R. G., Tognoli, F. M. W., A sine, M. L., Nara, M., 2014, Crowded *Roselia* ichnofabric in the Early Devonian of Brazil: An example of strategic behavior. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **395**, 107-113.

Nara, M., Tonai, S., Shibata, T., and Ikari, Y., 2014 in press, Palaeogene deep-sea turbiditic successions and characteristic molluscan trace fossils of the Muroto Global Geopark, southwestern Japan. *Journal of the Geological Society of Japan*, **120**, III-IV.

(2) 紀要

北村晃寿・板坂孝司・小倉一輝・大橋陽子・斉藤亜妃・内田絢也・奈良正和, 2013, 静岡県南伊豆の海岸低地における津波堆積物の調査 (速報). 静岡大学地球科学研究報告, **40**, 1-12.

(3) 報告書 該当無し.

(4) 学会発表

Nara, M., 2013: Forearc sedimentation and ichnofabrics during rapid backarc spreading: Examples from the lower to middle Miocene strata of southwestern Japan. XII International Ichnofabric Workshop, Abstracts, 42-43.

Loewemark, L. and Nara, M., 2013: Morphological variability of the trace fossil *Schaubcylindrichnus coronus* as a response to environmental forcing. XII International Ichnofabric Workshop, Abstracts, 71-71.

奈良正和, 2013: 日本海拡大期における西南日本弧前弧域の堆積学と古生態学. 日本古生物学会第 162 回例会講演予稿集, 31.

奈良正和, 2013: 生物源堆積構造が記録する動的古環境情報. 日本堆積学会 2013 年千葉大会講演要旨, 48.

愛甲健太・奈良正和, 2013: 中新統三崎層群養老層の生痕ファブリックと生痕化石群集. 第 13 回日本地質学会四国支部総会・講演会講演要旨集, P-9.

赤松 孟・奈良正和, 2013: 漸新統芦屋層群陣ノ原層の古環境変遷と生痕化石群集. 第 13 回日本地質学会四国支部総会・講演会講演要旨集, P-10.

今井 悟・奈良正和, 2013: 中新統三崎層群竜串層に見られる浅海性津波堆積物とその堆積過程. 第 13 回日本地質学会四国支部総会・講演会講演要旨集, P-14.

奈良正和・近藤康生・岡村 真, 2013: 高知県香長平野地下に見られたイベント堆積物とその堆積営力. 第 13 回日本地質学会四国支部総会・講演会講演要旨集, 0-8.

奈良正和, 2014: 生痕学礼賛. 日本古生物学会特別講演, 第 163 回例会講演予稿集, 11.

(5) セミナー等の開催 該当無し.

(6) 地域貢献活動 該当なし

(7) 外部資金

「平成 25 年度科学研究費補助金」, 基盤研究 (C), 研究代表者, 総額 1040 千円, 内訳: 直接経費 800 千円, 間接経費 240 千円).

(8) その他

上記学会発表のうち, 指導学生とともに行った, 愛甲・奈良 (2013), 赤松・奈良 (2013), 今井・奈良 (2013) の 3 編は「日本地質学会四国支部総会・講演会」において優秀ポスター賞を受賞した.

また, 昨年度, 一部を分担執筆した「最新高知の地質, 台地が動く物語. 鈴木堯士・吉倉紳一 編, 南の風社」が第 23 回高知出版学術賞を受賞した.

さらに, 2013 年 6-7 月にトルコ共和国で開催された 12th International Ichnofabric Workshop において, 2015 年に開催される第 13 回大会を高知大学に誘致することに成功した.

白髪分かれの南東, 白髪山ー白髪分かれの尾根の東側斜面で発生しているシカの食害地域の土壌侵食について

● 横山 俊治 (自然科学系理学部門)

1. 研究目的

シカの食害の主たるもののひとつはササ原の枯死である。シカによる激しい摂食によって、ササの葉のほとんど大部分が失われている元ササ原では、新芽までも食べられ、ササが再生できない状態に陥り、いまでは地下茎まで枯死している。

ただし、ササ原が枯死した範囲であっても、土壌侵食がおきている地域とおきていない地域がある。しかも、土壌侵食の様式もひとつではない。また、調査地域を越えて広い範囲に目をやると、シカの食害によるササ原の枯死が問題になる以前に発生していた崩壊もある。

シカの食害による土壌侵食の実態を具体的に把握し、その結果に基づいて、すでにおきてしまっている土壌の侵食防止の具体的な方策を提案することが本研究の目的である。

2. 研究結果

(1) 成果

草木根と腐植土からなる板状根系層の中に枯死したササの地下茎が存在するかどうかを調べることで、かつてはその地がササ原であったかがわかる。すなわち、地表に植生はないが、枯死したササの地下茎も存在しない場所は荒れ地であってもシカの食害によるササ原の枯死が原因ではない。

まずは、枯死したササの地下茎の存在によって、その地がかつてはササ原であったことを確認することからはじめた。

その結果、調査地では尾根から斜面にかけて広い範囲で、かつてはササが地表を被っていたことが明らかになった。

しかし、そのような場所でも、土壌侵食はおきている地域とおきていない地域とがある。

尾根の頂部には、尾根の岩盤が裂けたことによって形成された凹地や窪地が発達し、窪地の一部には小さな池も存在している。そこでは、ササは枯死しているが、土壌侵食はおきていない。土壌侵食がおきているのは尾根の東側斜面である。

東側斜面では、虫食い状侵食・地すべり状侵食・ガリ侵食の3タイプの土壌侵食が発生していることがわかった。それぞれの特徴は以下の通りである。

虫食い状侵食

板状根系層の、とくに表面の植生が流出し、虫食い状に土壌が侵食されていくものを虫食い状土壌侵食と命名した。虫食い状侵食は地下水位が地表に達しているところで発生しているようにみえる。そして、植生が失われたところから、土壌が洗い流されている。土層中にパイ孔が発達しているところでは、地中侵食も加わって、土壌の流出が著しい。

地すべり状侵食

板状根系層とその直下の粘性土層の境界付近にすべり面をもち、数メートル範囲の板状根系層の滑落が始まる裸地化を地すべり状侵食と命名した。小崖地形の頂部の遷急線に沿って生じた、板状根系層を切断するクラックの形成が地すべり状侵食の始まりであると判断した。時間と共に板状根系層の下底に沿ってすべり面が成長し、周囲の板状根系層から完全に分離独立した明瞭な移動体が形成されるか、あるいはある段階で剥離した板状根系層がいくつかに分解していくのかは不明である。板状根系層からなる移動体が発生域に残っている場合が少ないので、明瞭な移動体が形成されたとしても、移動体の分解・消失が急速に進むのかも知れない。

発生域の裸地の部分では、粘性土層の侵食も進むようになる。その結果、粘性土層から洗い出された緑色岩の岩塊が裸地に堆積している。また、滑落崖の板状根系層の縁から、径数10センチメートルほどの大きさに千切れた板状根系層が裸地上を滑り落ちている事例がある。千切れた板状根系層のブロックは緑色岩の岩塊の上を滑っているの、これは粘性土層の侵食が始まって以降の現象である。このようにして地すべり状侵食による裸地の範囲は斜面上部に向かって広がる。このような裸地の拡大がおきるのは、ササの地下茎が枯れて、板状根系層のブロックを引張っておられなくなったからである。滑落したブロックの荷重が枯れたササの地下茎および下草の根系の引張り強度に概略相当する。

小崖地形の斜面はこう配がきついで、板状根系層は不安定である。さらに地下水の流線は小崖のところで地表に顔を出す。小崖にパイ孔が存在すれば、地下水の流出が集中する。この地下水の供給も滑落の原因になる。これらの要因が地すべり状侵食を発生させる原因に

なつたと考えられる。

ガリ侵食

ガリ侵食は斜面下方にのびる溝状の侵食形態をいう。板状根系層を侵食し、さらにその下位の粘性土層も深くえぐっている。深さは場所によって異なるが、深さ1 m近くのものになっているところもある。深くなるに連れて、幅よりも深さの方が大きくなっている。溝状の土壌侵食は表面流だけでは進行が難しい。流水の集中が必要である。それによる土壌の流出は水だけのときよりも一気に侵食力をます。さらには岩塊の流出が始まれば、土壌侵食は一気に加速する。どの深度で下方侵食が止まるのか、下方侵食が停止した後、側方侵食に変わるのかと言ったことは不明であるが、洗い出された緑色岩の岩塊がガリの底に集積していることがあり、そこでは下方侵食が押さえられ、側方侵食が一部でおきているように見える。1 m以上の岩塊があると、その岩塊は洗い出されることなく、下方侵食が止まっている。樹木やその樹根もガリ侵食の進行を抑えているように見えるところがある。

その一方で、ガリを横切って発達していたであろうと思われる樹根が切断されているところもある。勢いよく流れる岩塊が樹根を切断したのか、シカの食害にも原因があるのかは不明である。ガリを斜面上方に追跡すると次第に浅くなり、下草の繁茂した地帯で消滅しているのが確認された事例もある。虫食い状侵食からガリ侵食に発展する可能性も考えられるが、一応両者は棲み分けていて、虫食い状侵食の下方からガリ侵食が始まっている事例は確認されていない。

樹木によってガリ侵食が途切れたところで、倒木や岩塊がその樹木に引っかかっている例が観察された。豪雨時には、多量の水が地表を流れたものと推察できる。ただし、その水を表面水だけと考えるのは早計である。地表を多量の水が流れたことを示す倒木や岩塊の堆積は限られているからである。可能性として、ガリを流れた水はガリからあふれ出たのかも知れない。ガリを流れる水も地表水だけとは限らない。調査地は尾根に近く、集水面積が小さいからである。しかし、尾根上には裂け目が発達し、そこに地下水が涵養されている。その地下水がパイプ孔を通してガリに供給されたとすれば、水は豊富である。一般的に考えても、ガリ侵食の発生部がパイプ孔の出口であるということが十分に考えられる。

(2) 問題点等

土壌侵食の原因となる湧水箇所や土壌侵食の防止につながるかも知れない自生している植物と、土壌侵食の関係についても解明する必要がある。

3. 今後の展望

対策を検討する場合は土壌侵食の正確な分布を明らかにすることが必要である。次年度の課題は、タイプ別の土壌侵食分布図の作成と、湧水箇所や植生の調査である。来年度も石川氏のグループと共同調査を行う。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

横山俊治(2013)：なぜ、西南日本外帯で降雨時あるいは地震時に深層崩壊が多発するか？日本地すべり学会誌, Vol. 50, No. 1, pp. 1-6.

(2) 紀要

佐々木誠・横山俊治(2013)：秩父帯北帯の谷ノ内地すべりの地表面輪郭構造の再検討, 高知大学学術研究報告, Vol. 62, pp. 11-23.

(3) 報告書

横山俊治・福島将太・比嘉基紀・石川慎吾(2014)：白髪山一白髪分かれの尾根の東側斜面で発生しているシカの食害地域の土壌侵食、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(7)ー資料集, 三嶺の森をまもるみんなの会, pp. 14-21.

福島将太・比嘉基紀・横山俊治・石川慎吾(2014)：三嶺山城の稜線部における斜面崩壊の発生状況、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(7)ー資料集, 三嶺の森をまもるみんなの会, pp. 22-26.

(4) 学会発表

横山俊治・井口隆・永田秀尚・加藤弘徳・木村克己(2013)：2011年台風12号で発生した奈良県赤谷深層崩壊の地質構造規制, 第52回日本地すべり学会研究発表会講演集, pp. 82-83.

村上綾一・横山俊治(2013)：黒瀬川帯の新期伊野変成コンプレックスの泥質片岩に形成された谷側への曲げ褶曲, 日本応用地質学会中四国支部研究発表会, pp. 43-48.

横山俊治(2013)：四万十帯の付加帯構造と深層崩壊, 地温調査研究会, 8p.

石橋愛香・横山俊治(2013)：高知県伊野町葛地区における斜面診断, 第13回日本地質学会四国支部講演要旨集, 1p.

(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22年度科学研究費補助金」基盤研究C 代表 横山俊治 1200千円(直接経費) 360千円(間接経費)

(8) その他 なし

変動する環境と蘚苔類

● 松井 透（自然科学系理学部門）

1. 研究目的

近年、高知県の最高峰、三嶺（1983.4m）ではニホンジカの急増によって大規模な食害が進行しており、ササ草原が急速に衰退し、大規模な土壌流出が進行している。ササ草原が衰退した地域には、蘚苔類が大きな群落をパッチ状に形成しはじめており（石川 2011）、これらの群落は土壌を固めることで流出をくい止めるとともに、様々な植物が生育するための環境を構築していくものと思われる。中嶋ほか（2010）は、ヤマヌカボによる植生再生を試みているが、ヤマヌカボが定着するための蘚苔類群落の重要性が指摘されている。そこで本研究は、三嶺山域カヤハゲ（東熊山、1720m）にコドラートを設置し、そこに生育する蘚苔類の分布状況を記録するとともに群落の変化を調べる事で、植生再生に向けた基礎的データを得ることを目的とした。

2. 研究結果

（1）成果

2013 年度は、継続調査を行ってきたコドラート内のウマスギゴケ群落に注目し、その長径と短径の変化について調べた。この結果を図 1 および図 2 に示す。Corradini & Clément (1999)によると、ウマスギゴケ群落は地中茎を伸ばすことで 1 年に約 15 cm 生長するとされている。ウマスギゴケ群落の長径は 2011 年から 2012 年では平均 24.5 cm も生長していた。これに対し 2012 年から 2013 年は平均 14 cm の生長と、前年と比較し約 10 cm もの差が見られた。コドラート周辺の群落を観察したところ、植物体が何らかの原因で直立せず、地面を匍匐する状態になっているものが散見された（図 3）。このような状態の群落では、地中茎のみならず植物体の伸長も群落の大きさの変化に関与しているものと考えられ、一気に巨大化した群落があったものと推定される。

ウマスギゴケ群落の短径は 2011 年から 2012 年では長径と同様に平均 23.5 cm も生長していた。これに対し 2012 年から 2013 年は平均 13 cm となり、一部の群落では小さくなっているものも見られた。小さくなった群落を観察すると、

その周辺部が崩壊していた（図 4）。

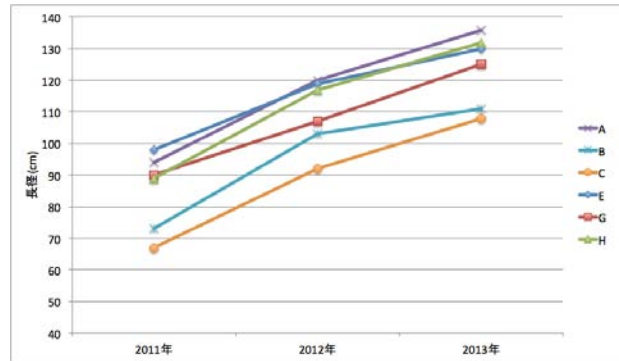


図 1. ウマスギゴケ群落長径の変化。

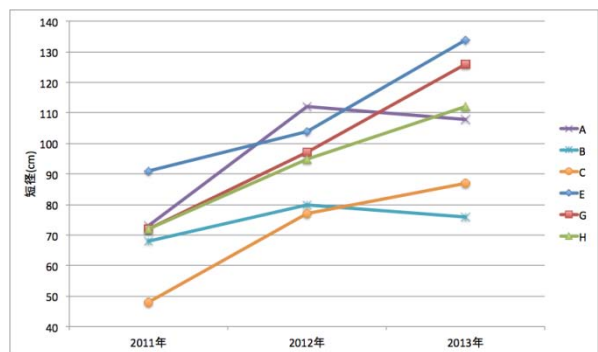


図 2. ウマスギゴケ群落短径の変化。



図 3. ウマスギゴケ群落。周辺部では茎が匍匐。

この原因を探るため、長径約 1 m のウマスギゴケ群落の断面を作成し、植物体の地表部と地中部の長さを比較した（図 5）。Sarafis (1971) によ



図 4. ウマスギゴケ群落. 周辺部が崩壊.

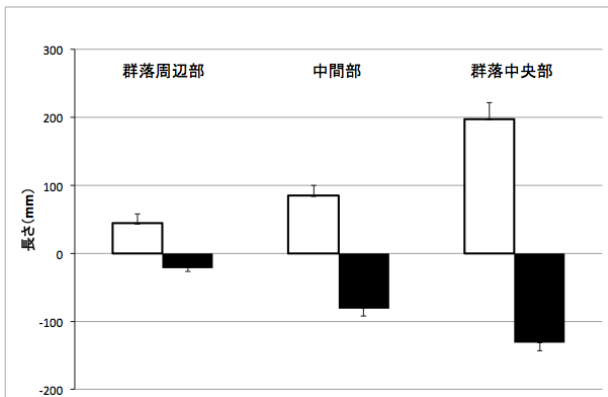


図 5. ウマスギゴケ群落の地表部と地中部の大きさ.

ると、ウマスギゴケは地下に地中茎を 50~250 mm, 時に 400 mm の深さまで伸ばすとされている。今回は群落中央部でも地下部は平均 130mm であった。また、群落周辺部の地下部は平均 22 mm と浅く、地下深くまでは伸びていない。2011 年の調査では、コドラート内一面に霜柱による表土の剥離が観察された (松井ほか 2013)。このため、小さなコケ類群落は地面から持ち上げられるとともに群落が細分化し、やがて雨水で流されていた。おそらく同様の現象が地下部の浅いウマスギゴケ群落周辺部の一部でも起こり、周辺部の崩壊が引き起こされたものと考えられる。しかし、群落全体が崩れることはなく、しっかりと土壌を捕縛していた。

(2) 問題点等

本年度の調査により、急傾斜地に発達する大形のウマスギゴケ群落では、その側面部から新たな土壌流出が進行していることが明らかとなった (図6)。これは、群落が大形化することにより、上流からの雨水が群落を迂回して集められてしまうことが原因である

と推察される (図6 矢印)。

3. 今後の展望

蘚苔類群落は、土壌流出をくい止める働きをみせるものの、大きくなりすぎると土壌流出を助長することが明らかとなった。しかし、平坦地や緩傾斜地ではそのような現象は観察されず、蘚苔類群落は植生再生に大きく寄与していることが確認された。今後、急傾斜地での蘚苔類群落の発達と崩壊を詳しく観察するとともに、群落崩壊の詳細なプロセスを明らかにするとともに、崩壊防止策および土壌流出防止策を検討する予定である。

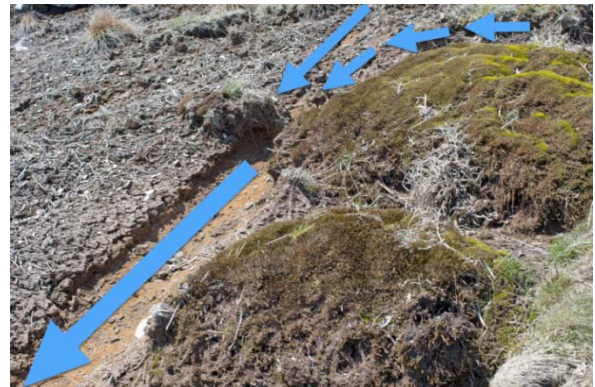


図6. ウマスギゴケ群落と土壌流出.

4. 業績リスト

(1) 学術論文

- 松井透・山口敬大・支倉航平・石川慎吾.
(2013) 高知県三嶺カヤハゲに成立する
蘚苔類群落の現状. 蘚苔類研究
10:341-246.
松井透・石崎香那. (2013) 日本産カタハマキ
ゴケ (ハマキゴケ属, センボンゴケ科) の
繁殖季節. 蘚苔類研究 10: 352-254.

(2) 紀要 該当なし

(3) 報告書 該当なし

(4) 学会発表

- 高橋瀬奈・松井透. 土佐市の市街地における
樹皮着生蘚苔類 -土佐市と高知市との比
較-. 土佐生物学会 2013年12月7日.
片山優美・松井透. 蘚類の造精器を分類形質
として再評価する. 土佐生物学会 2013年
12月7日.
支倉航平・松井透. 蘚類の繁殖季節学的研究
~蘚類数種の配偶子囊の発生段階~. 土佐
生物学会 2013年12月7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 該当なし

(8) その他 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、地衣体と呼ばれる独特な体を形成している生物である。日本からは、これまでに記載された地衣類の約 10% に相当する、およそ 1600 種が報告され、世界的に見ても種多様性が高い地域である。一方、地衣類は環境の急変に弱く、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 200 種近くにのぼる。

地衣類のほとんどの種については工業的な利用が行われず、経済的価値がないと見なされてきた。このため、一部の研究者以外からは着目される機会もほとんどなく、他の生物群と比較すると一般市民の認知度も低いのが現状である。

われわれの研究室では、高知県の地衣類について現状を記録し、証拠標本を残すことを目的とし、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、高知市朝倉地区および鴻ノ森における地衣類相の調査も実施した。これらの調査結果からは、高知県内には稀少種を含む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いった。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、未だにきわめて乏しい。

本サブプロジェクトにおいては、高知県に生育する地衣類の現状を記録し、証拠標本を残すこと、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て研究を進めている。併せて、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いる。

2. 研究結果

(1) 成果

本年度は、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・石土の森において重点的に地衣類相の調査を行った。いずれの調査地域も人間活動の影響を受けやすい立地であり、照葉樹林のほか、スギやヒノキの人工林、モウソウチク林、耕作地などさまざまな植生が存在する。また、地質に関しては、両地域の大部分は非石灰岩だが、清滝山の一部では石灰岩が露出している。

調査の結果、両地域の地衣類相は、西日本の低地に広く分布する種が大半を占めていた。それに加え、清滝山では石灰岩に特有なイシバイイワノリ *Collema tenax* が確認されたほか、以下のような稀少種も確認された。

・南嶺地域…非石灰岩質の岩上で、アツミダイダイゴケ *Caloplaca cinnabarina* が確認された。本種はこれまで岐阜県の 1 地点のみで確認されていた種で、日本国内で 2 例目、西日本で初の記録となる。

・清滝山・石土の森…これまで四国地方で記録がなかったアオチャゴケ *Maronea constans* を確認した。本種は樹皮に着生する痂状地衣類で、調査地域内の広葉樹の枝から採取された。

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、昨年度の鴻ノ森に続いて貴重なデータを得ることができた。また、それぞれの種が生育している環境についても標本を採取する際に情報を記録しており、今後の活用が期待される。

(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。このため、東部、西部に関しては知見が極めて乏しく、地衣類の生育状況などが十分に把握できていない。今後は中部における調査に加え、東部、西部にも調査範囲を拡げ、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

本サブプロジェクトでは、今後も引き続き高知県内各地における地衣類相の調査を実施し、種の分布や動態を明らかにしていく予定である。調査地の候補として、県中部の中追溪谷（いの町）、錦山（日高村）、三宝山（香南市）、明神岳（大豊町）などで、既に予備的な調査を進めている。

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. 2013. 高知県で初確認されたメリケントキンソウ. 植物研究雑誌 88: 194.

(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

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/shize>

nshi/index.html)に、高知県の野生生物に関する写真と解説記事を約 70 編掲載した（これまでの累計約 1700 編）。

(7) 外部資金 該当なし

(8) その他

環境省 希少野生動植物種保全推進員