

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 1,900 千円（うち大学改革促進経費 1,500 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	9		
	紀要	0		
	報告書	4		
	学会発表	25		
	セミナー・講演 会・シンポジウム 等の開催	2		
地域貢献		9		
外部資金			科研費	2,200
			共同研究	0
			受託研究	0
			奨学寄付金	270
			その他	0
			合計	2,470 千円
特許等		該当なし		
その他特記事項		高知新聞 2011 年 11 月 6 日に「シカ食害の三嶺山系ヤマヌカボ本格増殖」の記事が掲載された。		

2 研究概要

2-1 研究目的

環境サブプロジェクトでは、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を目的とする。プロジェクトは大きく2つに分かれており、その一つは過去の環境変動と生物多様性や植生の変遷を解明するもので、三宅と奈良の2名が担当している。昨年度の共通テーマとして、日本海形成に伴う激しい地殻変動が生じた中期中新世に堆積した河川堆積物（中新統久万層群）の当時の表層環境と生物多様性の解明することを挙げていたが、過去に生じたと思われるマグマの上昇による熱の影響により、まったく花粉が含まれていなかったため、今年度はこれ以外のテーマを各自研究することにした。三宅は、日本の太平洋沿岸域の植生や植物相の特性を明らかにすることを目的に、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査した。奈良は、前期から中期中新世にかけて生じていた日本海の急拡大イベントに注目し、この時代における西南日本弧の陸域古環境を解明することを目的とした。もう一つは現在進行している様々な環境変動を扱うグループで、横山、松井、岡本および石川の4名が担当している。特に、高知県中山間地における地すべりなどの地表変動及び人や野生動物による攪乱作用の変化と、そこに成立する生物多様性の変化との関連性を解明することを目的としている。今年度は昨年度に引き続き、四国山地の特に三嶺山系において、ニホンジカ食害による生態系の変質の実態をより詳細に把握し、土壌侵食・斜面崩壊による生態系に崩壊と生物多様性の劣化を防止するための保全方法の検討を行うことを共通テーマとした。

2-2 研究成果

研究成果報告会は、2012年2月24日（金曜日）10時00分から11時50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。

過去の変動を扱うグループでは、愛媛県において中新統久万層群の河川堆積物を採集し、花粉分析を試みた。しかし、堆積過程で極めて高温の状態になったためか、花粉が分解してほとんど残されていなかったため、共通テーマとしていた部分では当初の目的が達成できなかった。

個別テーマでは、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ている。2年間に、宮崎（えびの市）、熊本（人吉市）、愛媛（四国中央市・新居浜市・大洲市・宇和島市・南宇和郡）、高知（宿毛市・高岡郡）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。例えば、愛媛県宇和島市大道では、約4.7万年前（最終亜間氷期）に対比される花粉・種実化石群が得られた。最終氷期にトウヒ属とブナ型が多産する花粉化石群集は四国では少なく、亜高山帯性あるいは温帯性の樹種の地理分布を考察する上で重要な知見である。

奈良は昨年に引き続き、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（下部中新統野柳砂岩部層、台湾）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* isp., などさまざまな生痕化石を見いだした。また、同システムの沖浜漸移帯堆積物には生物攪拌構造が発達し、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見出した。さらに、その過程で、生痕化石 *Schaubcylichnus coronus* が安定的な環境ほど形態が複雑化することが明らかとなり、その結果から、生痕形成者の古生態と古環境変動との関係を類推することが出来た。

現在の変動を扱うグループでは、剣山系三嶺山城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った。さらに、ウマスギゴケなどの蘚苔類群落も急激な広がりを見せており、特に表層土壌が流失した場所にも侵入することができる特性は、裸地の緑化対策を考える上での重要性が認識された。シカ食害跡地では上記のように偏向遷移が進行して緑が回復している場所も多いが、一方で土壌侵食が止まらず、深刻な事態になっている急斜面もいたるところにある。その本格的な緑化事業として、約 3000 m² に約 25 億個のヤマヌカボの種子を播いた。その際、種子や実生が流失しないようにコモを張ったが、急傾斜地では実生の定着率が低く、土壌流失防止のためにコモを丸めて階段状に固定するなどの対策をとる必要があることが分かり、来年度に向けての課題も浮き彫りになった。

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。このことより、成長が極めて遅い地衣類が、周囲の植物に影響を及ぼし、生育場所を確保している可能性が示唆された。

2-3 特筆すべき事項

剣山系の稜線部で行っているヤマヌカボを用いた生態系修復事業（シカ食害後の裸地の緑化）が注目され、昨年に引き続き、高知新聞にその記事（シカ食害の三嶺山系ヤマヌカボ本格増殖 2011年11月6日）が掲載された。高知県はシカ个体数を適正規模に戻すための管理捕獲を行っているものの、十分な成果が上がっているとは言えず、裸地化と土壌侵食の進行はなかなか止まらない。そのような状況のもとでは、特に斜面崩壊が危惧される地点を特定し、緑化を進めることが急務であり、この緑化事業に期待がかかっている。

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

本来の維持機構が崩壊しつつある河川生態系とニホンジカの過剰採食下の生態系の動態を明らかにするために、昨年に引き続き①河川の植生動態、河川に生育する絶滅危惧種の個体群動態およびその維持機構、②四国山地剣山系三嶺山域におけるニホンジカ食害跡地の植生動態の把握と生態系の保全、を研究目的とした。

2. 研究結果

（1）成果

①河川の植生変動と絶滅危惧種の個体群動態とその保全

スイレン科コウホネ属の絶滅危惧種ベニオグラコウホネは、浮葉と沈水葉を持つ多年生の水生植物であり、国内での分布は中国地方、四国、九州に限られる。高知県神田川において、水質および河川の改修履歴に着目し、ベニオグラコウホネを含むコウホネ属植物の分布を調査した。神田川の流程は地理的には後背低地と扇状地縁辺部に区分され、水質はそれぞれの境界部で明瞭な変化を示した。後背低地の流程に対し、扇状地縁辺部の流程では夏期における水温の低下、年間を通じた電気伝導度および pH の低下が認められた。また、RpH は全ての調査地点・日時を通じて高かったのに対し、pH は特に扇状地縁辺部の流程で相対的に低い値を示した。これらの結果から、扇状地縁辺部の流程は湧水の影響を強く受けており、年間を通して CO₂ が過飽和状態にあると考えられた。コウホネ属植物の生育地は湧水地帯に位置し、CO₂ が過飽和状態にあることがコウホネ属植物の光合成を促進し生育を保証する重要な要因であると考えられた。しかしながら、コウホネ属植物の分布は2地点のみに限られており、生育可能と推定される湧水影響下の流程に対し、実際の分布は狭かった。旧版地図および航空写真の判読から、神田川の河道はかつて大きく蛇行しており、1930～1940年代の改修により直線化されたことが明らかとなった。旧河道、直線化河道、現存するコウホネ属植物の生育地を同一地図上にプロットした結果、現存する2カ所のコウホネ属植物の生育地は、旧河道と直線化河道の重複部分に一致した。この結果は、現存するコウホネ属植物の個体が、河道の直線化前からの遺存的なもので

ある可能性を強く示唆する。また、このことは同時に、改修後の個体の新規加入が極めて少なかったことを示しており、何らかの原因により繁殖が阻害されていると考えられた。

②ニホンジカの食害による植生変化

ササ原が広大な面積にわたって枯れた後には、ヤマヌカボだけでなく多種多様な植物群落がり始めている。シカの不嗜好植物や採食圧に耐性のある種が優占する群落で、いわゆる偏向遷移である。不嗜好植物のイワヒメワラビ群落は、ササが枯れる前に生育していた少数の個体が、ササ枯れによって光条件が好転した結果、長く横走する地下茎によって急速に分布域を拡大してきたと考えられる。ウマスギゴケなどの蘚苔類群落も急激な広がりを見せており、特に表層土壌が流失した場所にも侵入することができる特性は、裸地の緑化対策を考える上で注目すべきである。ほかにもトモエソウ群落、クサギ群落、イ群落、トゲアザミ群落などが拡大して、この地域の植生は劇的に変貌している。シカ食害跡地では上記のように偏向遷移が進行して緑が回復している場所も多いが、一方で土壌侵食が止まらず、深刻な事態になっている急斜面もいたるところにある。その本格的な緑化事業として、約 3000 m² に約 25 億個のヤマヌカボの種子を播いた。その際、種子や実生が流失しないようにコモを張ったが、急傾斜地では実生の定着率が低く、土壌流失防止のためにコモを丸めて階段状に固定するなどの対策をとる必要があることが分かった。

（2）問題点等

①ベニオグラコウホネの個体数はほとんど増えていない。その原因は種子による繁殖が順調にいかないことにあると考えられる。その原因は多分、実生の定着率の低さであると思われるので、それを補う最適な方法を明らかにしていくことが急務である。

②裸地化した場所の土壌侵食が止まらない急傾斜地がいたるところに存在し、その防止がこの地域の生態系の保全には欠かせない。明るい場所の緑化方法にはある程度の目途がついてきたが、暗い林床の裸地の緑化に適した方法がない。林床植生の回復方法を見出すことが急務である。

3. 今後の展望

①ベニオグラコウホネの光合成炭素源は遊離炭酸であり、その濃度が高い湧水場所において生育が良好なことが分かったので、実生をそのような環境である程度大きくなるまで育てて移植する方法を確立することが必要である。

②ササ草原枯死後の裸地の緑化にはヤマヌカボと蘚苔類が最適なが分かった。ただし、急傾斜地では定着率が極めて低いため、菰を使用して土壌侵食を止めてから播種をする必要がある。この方法で大規模な緑化作業を行う予定である。林床の緑化による土壌侵食防止には、コハリスゲやイトスゲを使用することを考えている。上層木がシカの食害で枯れ、ある程度明るくなった場所には適用できる方法だと思われるので、防鹿柵の設置と併用した緑化を試みる予定である。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

Higa, M., Moriyama, T., Ishikawa, S. 2011. Effects of complete submergence on seedling growth and survival of five riparian tree species in the warm-temperate regions of Japan. *Journal of Forest Research*, Published Online April, 11

山ノ内崇志・石川慎吾. 2011. 水質および河川改修履歴とコウホネ属植物個体群の分布との関連性—高知市神田川における事例—. *保全生態学研究*, 16: 169-179.

(2) 紀要 該当なし

(3) 報告書

石川慎吾・町田華澄・吉原 良 (2012) 三嶺山城稜線部の自然再生の取り組み「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 (5) 資料集」, pp. 22-28, 三嶺の森をまもるみんなの会 (2012年1月29日香美市香北町にて開催)

(4) 学会発表

山ノ内崇志・石川慎吾 (2011) 四万十川支流中筋川におけるオオカナダモとササバモの棲み分け現象について. 日本生態学会中国四国地区会 (2011年5月15日香川大学)

中嶋宏心・森本梓紗・石川慎吾・坂本彰 (2011) 四国山地三嶺山城稜線部におけるニホンジカの食害によるササ草原の衰退とヤマヌカボを用いた植生回復. (日本生態学会中国四国地区会 (2011年5月15日香川大学))

世木田和也・石川慎吾 (2010) 高知県中部山間地の異なる地域における棚田周辺に成立する小規模草地植生の比較. 日本生態学会中国四国地区会 (2011年5月14日香川大学)

細川雅代・平野美奈子・岸大介・山田菜美・石川慎吾 (2011) 高知県の山間地における放棄年数の異なる棚田の埋土種子集団. 日本生態学会中

国四国地区会 (2011年5月14日香川大学)
古田観佳子・石川慎吾 (2011) 高知県物部川下流域の砂礫堆における植生変遷と立地環境の変化. 日本生態学会中国四国地区会 (2011年5月14日香川大学)

楠瀬雄三・村上健太郎・石川慎吾 (2011) 絶滅危惧種ハマビシの生育環境. 植生学会 (2011年9月12日, 神戸大学)

山ノ内崇志, 石川慎吾 (2011) 小河川において水生植物はどのような動態を示すか? 植生学会 (2011年9月12日, 神戸大学)

古田観佳子・橋本恵・石川慎吾 (2011) 高知県物部川の砂礫堆における樹林化と立地環境の関連性. 植生学会 (2011年9月12日, 神戸大学)

山ノ内崇志・石川慎吾 (2011) 高知県前田川における沈水植物の被度の季節変化と年変動. 土佐生物学会 (2011年12月11日高知大学).

(5) セミナー等の開催

「蝕まれる三嶺・剣山系の自然—シカによる被害状況と対策 公開報告会 (4)」, 主催: 三嶺の森をまもるみんなの会, 共催: 高知大学・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 (2011年6月18日高知大学にて開催)

「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 (5)」, 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・森林総合研究所四国支所 (2011年1月29日香美市香北町にて開催)

(6) 地域貢献活動

- ・公開講座 「鏡川自然塾—高知県の植生について」 主催: NPO 環境の杜高知・土佐生物学会・NPO 四国自然史科学研究センター, 共催: 高知市 (2011年10月13日)
- ・高知県環境審議会委員 (自然環境部会長)
- ・国土交通省 河川溪流環境アドバイザー
- ・林野庁 「野生鳥獣との共存に向けた生息環境モデル事業」連絡会委員
- ・高知県教育委員会主催の若者 ECO 応援隊合宿研修の講師を務め, その模様がテレビ放映された.

(7) 外部資金

「奨学寄付金」17万円(ティーネットジャパン四国支社)

(8) その他

高知新聞 2011年11月6日に「シカ食害の三嶺山系—ヤマヌカボ本格増殖」の記事が掲載された。

高知新聞 2012年2月13日に「三嶺剣山シカから守れ」の記事が掲載された。

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

宮崎(えびの市)、熊本(人吉市)、愛媛(四国中央市・新居浜市・大洲市・宇和島市・南宇和郡)、高知(宿毛市・高岡郡)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った。その結果、8地点の露頭の堆積物試料を採取した。現在、そのうちの7地点のテフラ同定と放射性炭素年代(¹⁴C)測定を完了し、共同研究者とともに、4地点の植物化石分析(花粉・種実化石)を行った。また、琵琶湖と岡山(岡山市)では、他の研究グループにより採取された長尺ボーリング・コアの提供を受け、試料の分取を行った。主な地点で得られた分析結果の概要を以下に述べる。

1) 三重県多気郡菌

約2.4万年前(最終氷期最盛期)に対比される花粉・種実化石群が得られた:花粉化石)ツガ型、コメツガ型、モミ属、トウヒ属、マツ属単維管束亜属などを主体とし、カバノキ属が随伴する群集、種実化石)ツガ属、モミ属、トウヒ属などを主体とする群集(コメツガ、シラビソ・ウラジロモミ、トウヒなどが同定された)。これらの組成から、菌(標高420m)ではコメツガ、シラビソ・ウラジロモミ、トウヒなどを主体とする冷温帯上部から亜高山帯の常緑針葉樹林が分布していたと推定される。

2) 宮崎県都城市四家

昨年度、約3.6万~2.9万年前(最終亜間氷期)に対比される花粉化石群を得たことを報告した。本年度は、テフラ分析と種実化石分析から次のことを明らかにした。テフラ分析により、挟在する複数のテフラ層のうち、下位より始良一大塚テフラ(約3.25万年前)、阿蘇一草千里ヶ浜軽石層(約3.2万年前?)および始良深港テフラ(約3.1万年前)が同定され、堆積環境をより詳細に把握することができた。種実化石群の調査から、始良Tnテフラ(約2.9万年前)降灰期頃には、カヤツリグサ科、イヌコウジュ属、ホシクサ属などが多い草本植物群落が調査地の水湿地に分布していたことが分かった。また、夥しい微粒炭とともに、史前帰化植物とされるキンエノコロの種子も産出した。火山活動に伴う攪乱(山火事など)が本種の生育環境を形成していたと推定される。

3) 宮崎県えびの市妙見原・田代

約2.6万年前(最盛期)に対比される花粉・種実化石群が得られた:花粉化石)コナラ属コナラ亜属、クマシデ属、ツガ型、マツ属単維管束亜属、モミ属などを主とする群集、種実化石)コナラ、ハンノキ属、ヤマグワ、カラスザンショウ、ミズキなどを含む群集。これらの組成は、最終氷期最盛期に、両調査地に温帯性の落葉広葉樹が多く残存していたことを示唆する。

4) 愛媛県宇和島市大道

約4.7万年前((最終亜間氷期)に対比される花粉・種実化石群が得られた:花粉化石)ツガ型、モミ属、トウヒ属、ブナ型、カバノキ属、クマシデ属などを主体とする群集、種実化石)ツガ、ブナ、トウヒ属、ツゲなどを含む群集。最終氷期にトウヒ属とブナ型が多産する花粉化石群集は四国では少なく、亜高山帯性あるいは温帯性の樹種の地理分布を考察する上で重要である。

(2) 問題点等

試料採取地の選定は必ずしも予定通りに進まなかったが、代わりに他の地域で露頭が見つかったり、他の研究グループからの試料の提供を受けたりすることができた。完全とは言えないが、多くの地域の資料が揃いつつある。

3. 今後の展望

昨年に採取した試料の植物化石分析を行う。三重県多気郡菟田では堰止湖堆積物の機械ボーリングを実施する予定である。本年度に引き続き、河成・湖成段丘面下堆積物、堰止湖・地すべり堆積物の露頭の探索を行う(三重県(中・南部)、愛媛(南部)、広島(東広島市)など)。

本年度に採取した試料の植物化石分析を行う。また、昨年度と本年度に得た植物化石資料や既存研究の資料を整理し、日本列島太平洋岸の最終氷期とその終末以降の植生分布と構成樹種の地理分布(特に温帯性樹種)の変遷を考察する。

これらの成果を順次、学会大会などで報告し、学会誌に投稿する。NOAAとGPWGへの植物化石試料のデータベース化も進める。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

Miyake, N., Nakamura, J., Yamanaka, M., Nakagawa, T. and Miyake, M. (2011) Spatial changes in the distribution of *Cryptomeria japonica* since the last interstade in Shikoku Island, southwestern Japan. *Journal of Historical Botany* 19: 61-68.

Nakamura, A. et al. (+14 co-researchers, 6th) (2012) Late Holocene Asian monsoon variations recorded in Lake Rara sediment, western Nepal. *Journal of Quaternary Science* 27: 125-128.

(2) 紀要 該当なし

(3) 報告書

三宅 尚ほか9名(2012)ネパール西部、ララ湖周辺における完新世中期以降の植生変遷と火事。「地球総合科学研究所プロジェクト H-03: 環境変化とインダス文明 —2010 年度成果報告書」, 59-60.

(4) 学会発表

三宅 尚ほか9名. ネパール西部, ララ湖周辺における完新世中期以降の植生変遷と火事. 日本地球惑星科学連合 2011 年大会 (2011 年 5 月 20-25 日, 千葉).

百原 新・白 朝布都・三宅 尚・荻谷愛彦・沖津 進. 長野県北部神城の最終氷期の古植生復元. 日本地球惑星科学連合 2011 年大会 (2011

年 5 月 20-25 日, 千葉).

Momohara, A. and Miyake, N. Inland temperate tree refugia in LGM in central Japan based on plant macrofossil records and its significance for the rapid expansion of temperate forest with high species diversity. The 18th INQUA Congress (21-27 Jul., 2011, Bern, Switzerland).

Maemoku, H. (+12 co-researchers, 5th). Reappraisal for natural impact on decline and fall of the Indus Civilization. The 18th INQUA Congress (21-27 Jul., 2011, Bern, Switzerland).

三宅 尚・中川 赴. 徳島県黒沢湿原周辺における最終氷期以降の植生史. 第 52 回日本花粉学会大会 (2011 年 10 月 7-9 日, 名古屋).

杉浦真琴ほか6名(4番目). 宮崎県都城市四家の草本が卓越する始良 Tn テフラ直下の植物化石群. 第 26 回日本植生史学会大会 (2011 年 11 月 5-6 日, 青森).

Nakamura, A. (+12 co-researchers, 6th). Mid-late Holocene Asian monsoon variations recorded in the Lake Rara sediment, western Nepal. AGU Fall Meeting 2011 (13-17 Dec., 2011, San Francisco, U.S.A.).

Miyake, N. and Inao, H. Recent actual fire events and sedimentary charcoal records from irrigation ponds in the Edajima Island, Hiroshima Bay, southwestern Japan. The 5th EAFES International Congress (17-21 Mar., 2012, Otsu, Japan).

(5) セミナー等の開催 該当なし

(6) 地域貢献活動

- ・高知市教育研究会理科(中学校)部会夏休み臨地学習会(2011年8月8日, 室戸).
- ・平成 23 年度秋の公開講座「高知市総合調査(自然編)」第 4 回: 四国南部沿岸域の植生史(2011 年 11 月 30 日, 高知).

(7) 外部資金

「平成 23 年度科学研究費補助金」

- ・基盤研究 C
代表: 三宅 尚 1800 千円(直接経費) 540 千円(間接経費)
 - ・基盤研究 B(分担)
代表: 百原 新 400 千円(直接経費) 120 千円(間接経費)
- 「共同研究」, 「受託研究」, 「奨学寄付金」
該当なし

(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。

今年度も、前期から中期中新世にかけて生じていた日本海の急拡大イベントに注目し、この時代における西南日本弧の陸域古環境を解明することを目的とした。

2. 研究結果

(1) 成果

昨年に引き続き、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（下部中新統野柳砂岩部層、台湾）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* isp., *Piscichnus waitemata*, *Piscichnus* isp., *Schaubcylindrichnus coronus*, *Phycosiphon incertum*, *Ophiomorpha* isp., *Macaronichnus* isp., *Macaronichnus segregatis* といった生痕化石を見いだした。また、同システムの沖浜漸移帯堆積物には生物攪拌構造が発達し、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事もわかった。

さらに、その過程で、生痕化石

Schaubcylindrichnus coronus が安定的な環境ほど形態が複雑化することが明らかとなり、その結果から、生痕形成者の古生態と古環境変動との関係を類推することが出来た。この成果は、「Morphological variability of the trace fossil *Schaubcylindrichnus coronus* as a response to environmental forcing」と題して IF 付き国際誌 (*Lethaia*) に投稿中である (Stockholm 大学, L. Löwemark 准教授と共著)。

その他、1) 潮下帯の淘汰の良い砂底に特徴的な生痕化石 *Macaronichnus* isp. の形成者がオフェリアゴカイ科多毛類の *Travisia* であること、2) 深海生原鯰類が“跡追い行動 (trail-following behaviour)”をとること、をそれぞれ IF 付き国際誌に公表した。ちなみに、後者で論じた埋在動物の“跡追い行動”は、筆者の知る限り、世界で初めての報告である。

(2) 問題点等

野柳砂岩部層をはじめとした堆積物で観察した生物攪拌の程度について定量的な解析が出来ていないことが最も大きな問題かもしれない。

3. 今後の展望

生物攪拌の程度を定量化することは一般的に困難であるが、Bottjer and Droser (1991: *Palaios*, 6 199-205) が提唱した手法を用いれば準定量化する事が出来る。今後はこうした手法を用いて、他者が検証可能な形で生物攪拌について評価する必要がある。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

Matsuda, H., Arai, K., Inoue, T., Machiyama, H., Sasaki, K., Iryu, Y., Fujita, K., Humblet, M., Sugihara, K., Nara, M., 2010*: Rhodolith-bearing gravelly carbonate

sediments on the shelf off Kikai Island, Kagoshima Prefecture. Journal of the Sedimentological Society of Japan, 69, 62-62.

*発行遅れのため、前年度リストに記載漏れ。

Nara, M. and Ikari, Y., 2011: “Deep-sea bivalvian highways” : An ethological interpretation of branched *Protovirgularia* of the Palaeogene Muroto-Hanto Group, southwestern Japan. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **305**, 250-255.

Seike, K., Yanagishima, S., Nara, M., and Sasaki, T., 2011, Large *Macaronichnus* in modern shoreface sediments: Identification of the producer, the mode of formation, and paleoenvironmental implications.

Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **311**, 224-229.

(2) 紀要 該当無し。

(3) 報告書 該当無し。

(4) 学会発表

Nara, M. and Ikari, Y., 2011: An ethological interpretation of *Protovirgularia*: A story of bivalvian highway. Abstract Book of the XI International Ichnofabric Workshop, 67, Asturias, Spain.

Nara, M., 2011: Stacked *Rosselia* ichnofabric: A probable facies indicator of a transgressive shelf. International Association of Sedimentologists, 28th Meeting of Sedimentology Abstracts, 375, Zaragoza, Spain.

Nara, M. and Löwemark, L.: Ichnology of wave-dominant shallow marine deposits of the Lower Miocene Yehliu Sandstone Member in northern Taiwan. 日本古生物学会第161回例会講演予稿集, 41.

奈良正和, 2011: 下部-中部中新統三崎層群の堆積学. 日本地質学会四国支部総会講演要旨集.

赤松 孟・奈良正和, 2011: 漸新統芦屋層群陣ノ原層にみられる海水準低下期堆積体. 日本地質学会四国支部総会講演要旨集

(日本地質学会四国支部ポスター賞受賞講演).

(5) セミナー等の開催 該当無し。

(6) 地域貢献活動

・高知県立青少年センターこうちの子ども理科教室, 「化石探検隊～生痕化石編～」, 講師, 平成23年10月15日.

・第70期 高知市民の大学, 「竜串・見残しの奇岩奇勝と生痕化石」, 講師, 平成23年12月13日.

(7) 外部資金 該当無し。

「共同研究」

・台湾新第三系における古環境条件と生痕化石の形態変位に関する研究. 共同研究者: Stockholm 大学, L. Löwemark 准教授.

「共同研究」, 「受託研究」, 「奨学寄付金」
該当なし

(8) その他 該当なし

四国山地はどのように解体されていくか

—その2 四国山地の尾根に発達する裂け目の検出とその意義—

● 横山 俊治（自然科学系理学部門）

1. 研究目的

四国山地では、尾根の上に池や湿地があるところがあり、そこには特異な生物環境が創造されている。しかし、このような池が尾根の裂け目に雨水が溜まったものであることは意外と知られていない。また、池や湿地のところだけでなく、四国山地の尾根はいたるところで裂けていることも知られていない。尾根が裂けるということは、そのことによって生物環境は破壊されるが、池や湿地が形成されることで新たな生物環境が生まれる可能性も秘めているということを示している。

尾根が裂けて深層まで緩んだ山体は、豪雨時や巨大地震時に破局的な破壊である深層崩壊が発生することがある。深層崩壊は、崩壊が発生した山頂部だけでなく、崩壊土砂が流れ下った山麓の河川流域まで、広い範囲に渡って生物環境に大きなダメージを与える。

本研究は、尾根の裂け目の特徴を記載し、検出する方法を確立することを目的としている。四国山地の生物環境の変遷を理解する上で、尾根の裂け目とそれに起因した斜面災害は重要な要因である。尾根の裂け目を精度よくかつ効率よく検出する方法の確立は防災上も重要である。

2. 研究結果

(1) 成果

昨年の9月、台風12号による紀伊半島で発生した深層崩壊群と河川堰き止めは全国に大きな衝撃を与えたが、同年7月、台風6号によって、高知東部、奈半利川沿いでも深層崩壊が発生していたことはほとんど知られていない。

九州から四国、近畿、中部の西南日本外帯（中

央構造線よりも南の地帯）の付加体山地では、数年に一度、豪雨によって深層崩壊が発生している。地震災害の記録はほとんど残っていないが、1707年宝永地震によって、室戸市の加奈木ツエと静岡市の大谷崩が発生している。ふたつとも日本の三大崩壊に数えられるほど大規模なものである。

なぜ、外帯の付加体山地で深層崩壊が多発するのであろうか。この点をまず検討した。

大規模に崩壊するためには深層に達する緩み岩盤の存在が必要条件になる。深層緩み岩盤には次の3タイプがあることが分かった。

ひとつは、小出(1955)が破碎帯と呼んだ付加体に特有の深層緩み岩盤である。ふたつ目は、付加体の特徴づける変形面構造に規制されて発生した重力による傾動構造がつくった深層緩み岩盤である。そして三つ目は、尾根の裂け目が関係した初生変形がつくった深層緩み岩盤である。

これらのうち、はじめの二つは付加体固有の地質特性に起因している。一方、尾根の裂け目形成は南海地震の地震動に起因している。四国山地の急峻な尾根は、地形効果で地震動が増幅されて、その揺れによって裂けた。約100年毎という南海地震の高い発生頻度で、地震動によるダメージを繰り返し受けた尾根では、深層まで緩み領域が広がっていったと考えられる。尾根の裂け目は外帯の付加体山地で多発し、内帯の讃岐山脈では少ない。これは南海地震の影響範囲（震源域）と関係しているかも知れないが、ダメージが蓄積される—深層緩み岩盤が形成される—特性が付加体の地質にあるようにも思われる。今後の課題である。

本年度の研究では、通常市販されている空中写真を4倍に拡大して判読することを試みた。これによって、通常縮尺の空中写真では抽出することが出来なかった線状凹地や山向き小崖といった

変動地形の検出が可能になった。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。

その結果、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てきた。これまでは尾根の平坦面（侵食小起伏面）に線状凹地が形成されていると観てきたが、尾根の平坦面自体が尾根の裂け目形成に関係して形成された変動地形であるという仮説が生まれた。

日本の山地では、その高低にかかわらず尾根には、急斜面に取り囲まれた平坦面が形成されている。その成因に関する代表的な解釈が侵食小起伏面（準平原面、地形学辞典（町田ほか編集，1981））の残存地形とする見方である。今回提案した仮説では、四国山地の山上平坦面は侵食小起伏面がすべてではなく、しばしば変動地形として形成された平坦面が存在していると主張している。

（2）問題点等

4倍拡大の空中写真を使っても、ササ原でないと、樹木に隠れて、微細な変動地形の検出は難しいことも分かった。解析精度を上げるには航空レーザーを使って作成した地形図・空中写真を用いた判読が必要である。

3. 今後の展望

取りあえずは4倍拡大の空中写真による判読と現地調査の反復で精度を上げ、上記仮説の検証に努めたい。

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

横山俊治(2012) 第24章 斜面災害，高知市総

合調査報告書 53p.

（4）学会発表

横山俊治・仙波咲子(2011)：四国山地の山上開口クラックによって形成された山上平坦面の研究－(1)事始め－. 第50回日本地すべり学会研究発表会講演集, pp.30-31.

加藤弘徳・横山俊治・光本恵美(2011)：四国カルスト地域の山上に発達した凹地形. 第50回日本地すべり学会研究発表会講演集, pp.91-92.

横山俊治(2012)：豪雨によって付加体の破碎玄武岩で発生した破碎帯地すべり－2004年徳島県阿津江の事例－, 京都大学防災研究所特定研究集会「深層崩壊の実態, 予測, 対応」, 8p.

（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23年度科学研究費補助金」該当なし
「共同研究」, 「受託研究」, 「奨学寄付金」
該当なし

（8）その他

高知放送 テレビ2回

NHK ラジオ1回

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

高知県の最高峰、三嶺（1983.4m）の蘚類相調査は1999年4月～2000年12月にわたって綿密に行われ、42科122属223種1変種が見いだされている（弘田 未発表）。

近年、三嶺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、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。

そこで本研究は、三嶺のカヤハゲの2カ所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ことで、蘚苔類の生育状況とその要因を探ることを目的とした。

2. 研究結果

（1）成果

三嶺カヤハゲ（標高1,670m付近）に設けられた防鹿柵近くの平地（平均傾斜角 3° ）と傾斜地（平均傾斜角 18° ）の2カ所に10m x 10mのコドラートを設置した。

平地コドラート

平地コドラートはほぼ平坦なため、土壌の流出はほとんど認められなかった。コドラート内の蘚苔類植被率は31%、ヤマヌカボ植被率は25%であった（図1）。蘚苔類はコドラート内に広く生育しており、ウマスギゴケ、ナミガタタチゴケ、コスギゴケなどの直立性の種が大きな群落を形成していた。また、ヤマトフデゴケやカモジゴケなどの比較的大きな群落、ヒメタチゴケやヒメスギゴケ、ヌマゴケの小さな群落もいくつか観察された。ヤマヌカボもコドラート全体に広く生育しており、蘚苔類群落周辺や蘚苔類群落に囲まれた場所に大きな群落を形成していた。

傾斜地コドラート

傾斜地コドラートでは一部に水の流れた跡が見られ、土壌の流出が確認された。コドラート内の蘚苔類植被率は25%、ヤマヌカボ植被率は19%

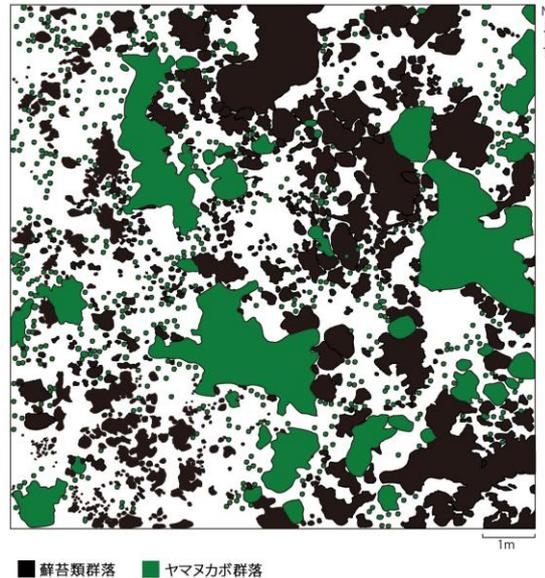


図1 平地コドラート。

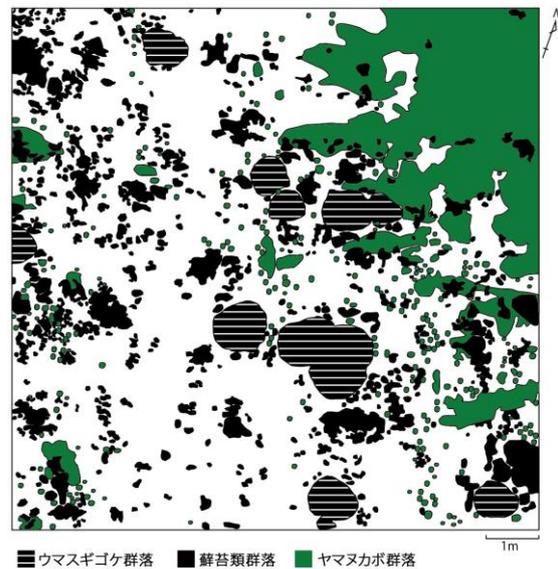


図2 傾斜地コドラート。

と、平地コドラートと比較して低下している。蘚苔類はコドラート内にまばらに生育し、ウマスギゴケのみが1mを超える大きな群落を形成していた。ナミガタタチゴケやコスギゴケも群落を形成していたが、平地コドラートほど大きなものは見られなかった。また、ヒメタチゴケやヒメスギゴケ、ヒメハイゴケ、ヌマゴケも小さな群落を形成していた。ヤマヌカボ群落周辺にはヤマトフデゴ



図 3 ヒメスギゴケの原系体と幼芽。

ケやオオサナダゴケモドキなどが生育していた。ヤマヌカボはコドラート右上に集中して生育しており、平地コドラートのように全体に広く分布していることはない。蘚苔類、ヤマヌカボともあまり生育していない場所は土壤の流出が見られた。しかし、ヒメスギゴケの原系体や幼芽も多数見られたことから(図3)、今後は徐々に表土が安定していくものと考えられる。

傾斜地コドラートで見られたウマスギゴケの大形群落は、その形からいくつかの群落が合体していることが推察された。そこで、コドラート内外のウマスギゴケ群落の長径を計測した。この結果を図4に示す。この結果、50cm～80cmのウマスギゴケ群落が多く見られ、また、100cm未満の群落と140cm以上の群落の間には大きな開きが認められた。このことから80cm程度のウマスギゴケ群落が合体することで140cm以上の群落が形成されたものと考えられる。また、10cm未満の群落はおそらく孢子から発達した新規参入の群落だと考えられるが、10～20cmの群落は数が減少している。これは群落が土壤にしっかりと定着する前に土壤流出により流されたため、その数が減少したものと推察される。

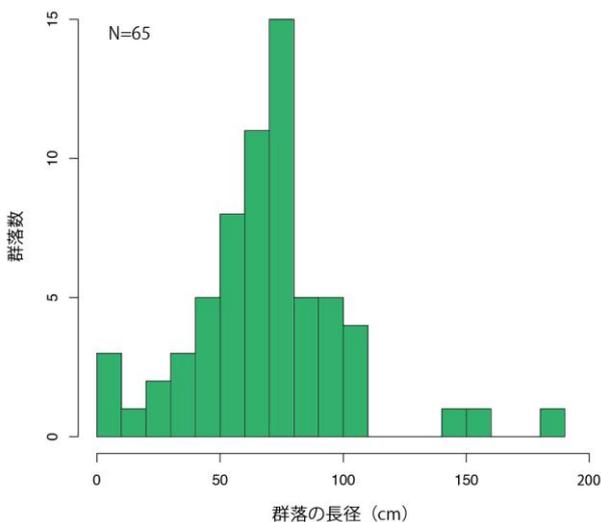


図 4 ウマスギゴケ群落の長径。

(2) 問題点等

蘚苔類群落は、傾斜地での土壤流出を抑える働きがあるとされている。そこで今回、三嶺カヤハゲの傾斜地において、蘚苔類(ナミガタタチゴケとコスギゴケ)の育成実験を2011年7月から実施した。しかし、2011年は例年のない豪雨に見舞われたため、蘚苔類が定着する前に流されてしまい、思うような成果は得られなかった。次年度以降はこれらの種がもっともよく生育するとされる6月から実験を開始する予定である。

3. 今後の展望

本年度の研究により、蘚苔類群落の形成過程の一端が明らかとなった。そこで今後はさらに継続調査を行い、群落の生長速度や広がり方を明らかにしたい。また、三嶺カヤハゲと同様に、シカ食害が進行しているその他の場所でも同様の調査を行い、蘚苔類群落の種組成の比較や成立要因など、様々な観点からの研究が望まれる。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

Himeno, S., Yasuoka, S., Sekida, S., Mine, I., Matsui, T., Okuda, K., Takahashi, M. (2011) Distribution of eelgrass, *Zostera japonica* Aschers. & Graebn., in a tidal river with reference to some environmental characteristics. *Hikobia*, 16:85-94.

(2) 紀要 該当なし

(3) 報告書

松井透・山口敬大・支倉航平(2011)「植生再生とコケの役割 -ササ枯れ跡地で分布を拡大するコケ類-」 蝕まれる三嶺・剣山系の自然-シカによる被害状況と対策「公開報告会」(4)-資料集。

(4) 学会発表

山口敬大・支倉航平・松井透「三嶺カヤハゲのコケ植物 -分布を拡大するコケ植物とその役割-」 土佐生物学会 2011年12月11日

(5) セミナー等の開催

松井透・山口敬大・支倉航平「植生再生とコケの役割 -ササ枯れ跡地で分布を拡大するコケ類-」 蝕まれる三嶺・剣山系の自然-シカによる被害状況と対策「公開報告会」(4) 2011年6月18日

(6) 地域貢献活動 該当なし

(7) 外部資金 該当なし

「共同研究」, 「受託研究」, 「奨学寄付金」 該当なし

(8) その他 該当なし

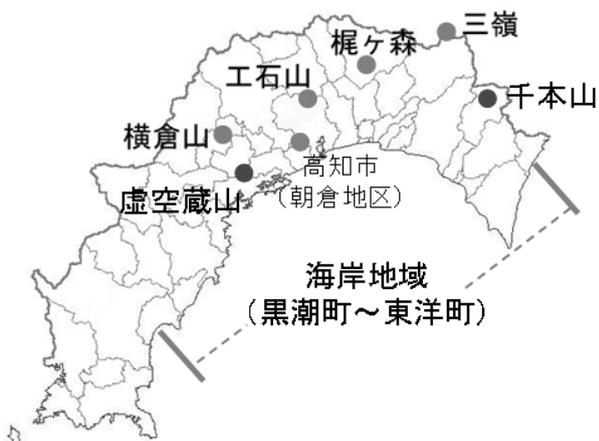
高知県における地衣類の動態について

● 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と、光合成生物(photobiont)との共生によって成り立っている複合生物で、これまでに国内から約 1600 種が報告されている。これは世界の地衣類のおよそ 10%に相当し、日本は面積が狭いにもかかわらず地衣類の多様性が高い地域である。しかし、国内の研究者数が極めて少ないために十分な調査が行われておらず、個々の種の分布や生育環境等に関する情報は極めて乏しい。

われわれの研究室ではこれまでに、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）および虚空蔵山（675m）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、高知市朝倉地区の市街地における地衣類相の調査も実施している（下図参照）。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る。しかし、調査を行った地域は高知県のごく一部に過ぎず、特に県東部と西部での情報不足



が顕著である。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調

査はまだ緒に就いたばかりである。

このため、本サブプロジェクトにおいては、高知県内の各地で地衣類相の調査を行って現状を記録し、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。

2. 研究結果

(1) 成果

本年度は、地衣類のアレロパシー効果に関する研究を行った。その結果、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が得られた。このことより、成長が極めて遅い地衣類が、周囲の植物に影響を及ぼし、生育場所を確保している可能性が示唆された。

以前より継続しているアリノタイマツ (*Multiclavula clara*) の共生藻類に関する共同研究については、材料を追加で採取し、現在培養等の処理を行っている。

また、岐阜県の低地から岩上に生育するダイダイゴケ属の一種、アツミダイダイゴケ (*Caloplaca cinnabarina*) を日本新産種として報告した。本種は今後の調査により、四国地方でも確認される可能性がある。

(2) 問題点等

高知県における地衣類の分布と動態を明らかにするには、県内各地における詳細な現地調査が不可欠である。しかし、調査を担当できる人材が慢性的に不足しているため、調査できる範囲が限られてしまう点が問題となっている。

これは短期間で解決できる問題ではなく、学部学生、大学院生に対する研究指導や、市民に対する普及啓発活動などを継続する必要がある。

る。

(8) その他 該当無し

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としていく予定である。特に市街地における調査を主要な都市部において行うことで、従来の山地における地衣類調査では出現しなかった種の確認が期待され、分布や生態の解明につながるものと思われる。

また、アレロパシー効果や共生現象に関する研究を通じ、地衣体の形成や地衣群落の成立などに関する知見を得ることも予定している。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

東條 文治・川上 紳一・原田 浩・岡本 達哉：岐阜県産の地衣類 (2). 日本新産のダイダイゴケ属地衣類, アツミダイダイゴケ *Caloplaca cinnabarina* (ダイダイゴケ科) *Lichenology* 10: 47-51.

(2) 紀要 該当無し

(3) 報告書 該当無し

(4) 学会発表 該当無し

(5) セミナー等の開催 該当無し

(6) 地域貢献活動

- ・四国山地カモシカ特別調査保護指導委員会委員
- ・キノコ・地衣類の記録の残し方(高知大学 秋の公開講座「自然の記録を残す人をつくる」第2回)講師(2011年11月19日)

(7) 外部資金

「奨学寄付金」10万円(財団法人 島根県環境保健公社)