

琉球大学学術リポジトリ

アマミキヨ [No.7全ページ]

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 琉球大学21世紀COEプログラム広報委員会 公開日: 2008-08-12 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: - メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/6937

アマミキヨ

「アマミキヨ」：沖縄創世神話における琉球開闢（かいびやく）の神。
天帝から土、木、草を授かり琉球列島を創造したとされる。

解説 内間 貴士 (COE事務局)

題字 兼久 和也 (総務部総務課)

恩納村の干潟で摂餌するルリマダラシオマネキたち
写真 今井 秀行 (種の多様性研究グループ)

目次 CONTENTS

- ◆ サンゴ礁島嶼科学の構築と国際的な教育研究点形成 ----- 土 屋 誠 (拠点リーダー)
- ◆ COE研究員の研究紹介 ----- 波利井 佐紀 (遺伝子の多様性研究グループ)、
加藤 亜記 (遺伝子の多様性)、堀口 涼 (種の多様性)、朴 龍柱 (種の多様性)
中村 剛 (種の多様性)、高橋 亮雄 (種の多様性)、富永 篤 (種の多様性)
中西 希 (生態系の多様性)、新垣 誠司 (生態系の多様性)
- ◆ 日本のサンゴ礁研究の歩みと展望 - 日本サンゴ礁学会設立10周年を記念して -
----- 日高 道雄 (遺伝子の多様性研究グループ)
- ◆ サンゴ礁域の沿岸管理に関する研修会議を開催 ----- 土屋 誠 (拠点リーダー)
- ◆ 沖縄の生物 - 環境変化がもたらした影響 - ----- 佐藤 綾 (生態系の多様性研究グループ)
- ◆ 琉球大学21世紀COEプログラム平成19年度成果発表会 ----- 中村 将 (国際化推進担当)
- ◆ 2008年 開催プログラムおよび受賞

サンゴ礁島嶼科学の構築と国際的な教育研究拠点形成

拠点リーダー 土 屋 誠

本学の21世紀COEプログラムが最終年度を迎え、まとめの時期にさしかかっています。COEプログラム終了後は大学独自での活動の継続と進化が求められていますので、私たちは本プログラムの成果を将来の琉球大学の将来計画にどのように生かすべきか考える必要があります。最終年度は新たな門出の準備のための年度でもあるのです。

「サンゴ礁」あるいは「島嶼」は琉球大学のキーワードです。私が言い続けてきたことは、このキーワードは本学全体を象徴するものであり、決して特定の分野に限定されるものではないということです。「あまみきよ」の第6号で岩政学長が述べられているように、サンゴ礁・島嶼に関する研究分野は極めて広範なものであり、関連する多くの学問分野が統合した研究教育体制を構築することにより琉球大学の特徴ある学問分野の存在が一層明確なものになると信じています。

その中で、21世紀COEプログラムを進めている仲間たちはその牽引車となり、将来においても重要な役割を果たすべきと考えます。私たちは国際的に活躍できる若手研究者の育成を目指し、数々の国際的活動に参加してきました。独自の活動として毎年実施している国際サマープログラムは着実に効果をあげています。参加者は相互に刺激を受け、着実に成長しています。サマープログラム終了後、複数の参加者が本学の大学院に入学し、勉学に励んでいます。

幾つかの国際的な活動にも積極的に参加してきました。国際シンポジウムは諸外国の研究者と交流し、多くの情報を得るよい機会です。沖縄でのシンポジウム開催に加えて、外国に出かけてシンポジウムを開催することにもチャレンジしました。フレンチポリネシアではフランス高等教育研究院、及びカリフォルニ

ア大学バークレー校の皆さんと交流しました。国立シンガポール大学との共同で開催したシンポジウムでは密度が高い議論をすることができ、引き続き交流を進めるべく準備が進められています。第21回太平洋学術会議の運営に多方面から参加したことも素晴らしい経験でした。

COEプログラムが開始される以前から、本学では英語による講義をおこなう海洋科学分野の留学生のための特別コース(現在は、留学生の特別配置による亜熱帯海洋科学国際プログラム)が理工学研究科に設置されており、海外から多くの留学生を受け入れてきました。多くの修了生は、帰国後、母国の大学で活発に活動しています。これは若手研究者が順調に育成されていることを意味しますので、本学には既に国際的な教育拠点が形成されているといってもよいでしょう。最近、ダブルディグリーあるいはサンドイッチプログラムに関する議論が盛んに行われています。今までとは異なる学生交流の形態ですが、真の意味での相互交流が実現し、交流の輪が発展することが期待されます。

国際的な教育研究拠点とは、本学の大学院で学びたいという希望が諸外国から寄せられ、多くの大学院生が集まり、活発な研究活動が展開される機関を指します。今までの経験を生かしつつ、より明確な拠点の構築を目指して今後とも努力しなければなりません。当然ながら大きな研究成果も期待されています。基礎となるのは私たちの個々の研究教育活動であることは言うまでもありませんが、それらが連携して大きなプログラムとなるよう努力したいものです。

これまでに実施してきた多様な活動を今後とも継続することが琉球大学の発展に貢献すると信じています。

造礁サンゴの初期生活史における褐虫藻共生の多様性

波利井 佐紀（遺伝子の多様性研究グループ）

サンゴ礁の基盤構成生物である造礁サンゴ類（以下サンゴ）は褐虫藻とよばれる渦鞭毛藻類（*Symbiodinium* spp.）と共生している。我々の研究グループでは、サンゴ-褐虫藻共生系の多様性と環境適応をテーマの1つとして研究を進めており、そのうち私が行っているサンゴの初期生活史における褐虫藻獲得および共生成立機構について紹介する。

サンゴ-褐虫藻の共生方法には、卵・幼生が褐虫藻を親から受け継ぐもの（垂直伝搬型）と、毎世代外界より獲得するもの（水平伝搬型、図1）がある。前者は親由来の褐虫藻を受け継ぐため卵・幼生は親と遺伝的に同じ褐虫藻をもち、後者はその生息環境に適した褐虫藻を獲得できると考えられている。水平伝搬型サンゴでは、通常、幼生が定着後ポリプになった時期に褐虫藻を獲得するが、一部は幼生の時期に獲得すると報告されている。しかしながら、様々な種の幼生が褐虫藻を獲得可能なのか、またどのような発生段階で獲得するのかは分かっていない。

室内実験により褐虫藻を様々な種のサンゴ幼生に与えたところ、ミドリイシ属（図2）やキクメイシ属など、新たに4属7種の幼生において褐虫藻の取り込みが確認された。また、ミドリイシ属3種がいつ褐虫藻を獲得するか詳細に調べたところ、幼生が口や胃となる部分を形成しはじめる受精5日～6日後に褐虫藻の獲得を開始することが分かった。本研究により多くの種類の幼生が浮遊期間中に褐虫藻を獲得できること、また獲得には内部構造の発達が重要であることが明らかとなった。

また、褐虫藻には様々な遺伝型が存在し、同一海域に生息する同種サンゴは、基本的に特定の褐虫藻タイプと共生することが知られている。そこで、幼生の時期にどのような遺伝型の褐虫藻を獲得するかを、様々な宿主から単離した異なる遺伝型を持つ褐虫藻を与えて調べたところ、どの遺伝型の褐虫藻も獲得

することが分かった。このことから、サンゴは幼生の段階では、親サンゴとは異なり遺伝的に多様な褐虫藻を柔軟に獲得することが示唆される。

今後、実際の海域でも幼生が褐虫藻を獲得するか、定着後のポリプに共生する褐虫藻の遺伝型を調べ、初期生活史における共生の多様性を調べていく予定である。近年、褐虫藻は遺伝型の違いにより生理特性が異なり、環境へのサンゴの耐性が変わることが報告されている。環境変化に対するサンゴの回復力や適応過程を理解する上で、サンゴ-褐虫藻共生系の成立機構を解明することは重要である。本研究の成果により、環境変動に対してサンゴがどのように適応するのか予測可能となるものと期待される。

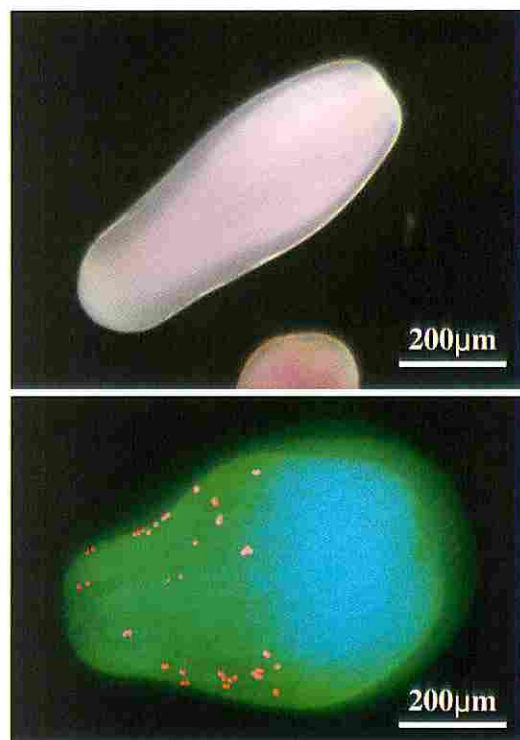


図1（上）褐虫藻と共生前のウスエダミドリイシ *Acropora tenuis* の幼生（水平伝搬型）。

図2（下）褐虫藻を獲得したコユビミドリイシ *Acropora digitifera* の幼生（蛍光顕微鏡下）。赤くみられる部分が幼生体内に獲得された褐虫藻。

琉球列島産無節サンゴモ（紅藻サンゴモ目）の 系統分類学的研究

加藤 亜記（遺伝子の多様性研究グループ）

1. サンゴモとは？

サンゴモは、細胞の内外に石灰質を沈着して、石のように硬くなる紅藻である。この藻類は、サンゴ礁形成のみならず、ウニや貝類幼生の変態や、サンゴ幼生の着底を助ける生物として、重要な役割を果たしている。サンゴモには、有節サンゴモと無節サンゴモの2つがあり、明瞭な直立体をもたない扁平な種の多くは、本研究で対象にした無節サンゴモである。

2. サンゴ礁の無節サンゴモの種は、遺伝的な実体を反映しているか？

琉球列島では、これまでに3科8属約20種の無節サンゴモが報告されている。これらの種には、インドー太平洋域から広く分布が報告されている種や、近年、形態学的な特徴をもとに、属や種の定義が変更された種が含まれている。無節サンゴモの種の同定は、外形的な特徴のみでは不可能な場合が多く、栄養組織と生殖器官の特徴を観察する必要がある。さらに、組織の観察には、藻体の石灰質を除くなど、ほかの大型藻類にくらべて時間がかかるため、現状では、形態的特徴による正確な同定がなされた標本にもとづく分子データがほとんどない。

そこで、琉球列島のサンゴ礁域に多産する無節サンゴモの8種（図1～8）について、形態から正確に同定した標本の塩基配列を比較することによって、形態にもとづく分類が遺伝的にも支持されるか確認した。

現在までに、8種のうち6種は、種内の遺伝的変異がサンゴモ目の同属種間の変異に相当することから、種内に別種あるいは隠蔽種を含んでいることが分かった。また、属や亜科レベルでの分類学的な見直しが必要なことも明らかになった。

今後は、これらの結果を踏まえて、問題の

ある種の形態的特徴や分布を考慮して、分類学的な定義の変更を提案していく予定である。

3. 見過ごされてきた生物を分類する

サンゴモ以外にも、石灰質を体に沈着して硬くなり、扁平な形になる紅藻類がある。この中には、これまでの分類体系のどこにも合致せず、所属不明となっている種も知られている。こうした言わば「見過ごされてきた種」の研究にも、今後取り組んでいきたいと考えている。



図1～8 琉球列島でよく見られる無節サンゴモ

図1 ミナミイシモ *Lithophyllum kotschyannum*

図2 アナアキイシモ *Hydrolithon onkodae*

図3 コブイシモ *Hydrolithon reinboldii*

図4 コシカイシモ *Mastophora pacifica*

図5 イシノハナ *Mastophora rosea*

図6 キブリイシモ *Neogoniolithon brassica-florida*

図7 ハイイロイシモ *Pneophyllum conicum*

図8 エダウチイシモ *Mesophyllum erubescens*

サンゴ礁魚類の性転換機構の解明

堀口 涼（種の多様性研究グループ）

サンゴ礁に生息する魚類の生殖様式の多様性とは？？？

魚類の性決定・性分化における多様性

脊椎動物の中でも魚類では、様々な性決定様式が知られており、稚魚期に性が決まる魚種として遺伝的要因により、或いは温度依存的に性が決定する魚種などが存在する。また、サンゴ礁島嶼域に多く生息している性転換魚のように一度、性成熟した個体が性転換を行う魚種も存在する。さらに、性転換には大きく3つの性転換様式（雌性先熟、雄性先熟および両方向性転換）があることが知られており、サンゴ礁魚類の性決定機構は実に多様性に富んでいる。

有性生殖は生物多様性を生み出す直接的な要因と考えられ、下等な動物から脊椎動物まで進化を通じて保存されている。魚類がこの基本原理を保持しつつ、多様な生殖様式を展開するためには、魚類の性決定・性分化（発生過程で未分化な生殖腺から卵巣および精巣が形態的に分化すること）の過程で普遍的な機構と種ごとに異なる機構があると考えられる。

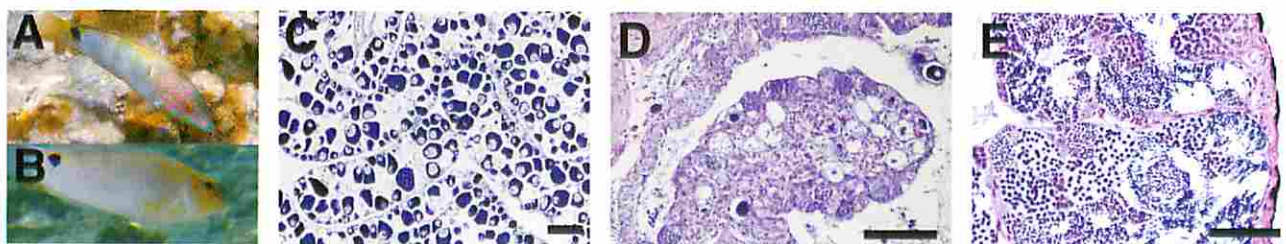
このような魚類における生殖様式の多様性、普遍性を理解するためには、そのメカニズムを知る必要があるが、性転換魚においてどのようなメカニズムで性転換が調節されているのかまだわかっていない。

性転換のモデル生物としてのベラ科魚類、ミツボシキュウセン

性転換の調節メカニズムを解明するために、沖縄のサンゴ礁域に数多く生息し、入手が容易な雌性先熟魚のミツボシキュウセン（図 A、B）をモデルとして用い、基礎的知見の確立を

目指している。本研究では、卵巣組織から精巣が分化する過程（図 C-E）での調節機構に焦点を絞って研究を進めている。（1）性転換におけるエストロゲンの作用機構の解明 血中エストロゲン濃度の減少が性転換の引き金になることが示唆されていることから、その作用機構を明らかにするために、3種類のエストロゲン受容体(ER)をクローニングし、雌、雄および性転換過程の生殖腺における遺伝子発現を調べた。ER α はどの時期でも高い発現を示し、性転換過程で減少傾向にあった。逆に、ER β 1およびER β 2の発現は低いものの、性転換後期に急激な上昇がみられた。このことは各受容体が性転換過程で異なる機能を持っていることを示唆している。今後、これら受容体の局在解析や機能解析を進めていく予定である。（2）生殖腺培養系を用いた性転換調節機構の解明 生殖腺の性転換における性ステロイドホルモンの影響を明らかにするために、卵巣組織培養系を用いてエストロゲン合成阻害剤などの性転換への影響を調べている。その結果、エストロゲン合成阻害剤の存在下で精巣分化が誘導され、エストロゲンの減少が直接、性転換を誘起することが示された。今後、培養系を用いた性ステロイドホルモンによる調節機構のさらなる解析に加え、エストロゲン受容体や関連因子の卵巣組織の崩壊や精巣分化への関わりを調べていく。

最終的には、本研究で得られた基礎的知見をもとにして、所属研究室で進められている他の性転換魚種での知見や雌雄異体魚の性決定・性分化の機構と比較することで、サンゴ礁魚類における生殖様式の多様性を考察していきたい。



図：ミツボシキュウセン *Halichoeres trimaculatus*、Terminal-phase雄(A)、雌(B)、卵巣(C、Bar=100 μ m)、性転換生殖腺(D、Bar=50 μ m)、精巣（卵巣から性転換したもの、E、Bar=50 μ m）

サンゴ礁魚類の脳深部における光受容と周期性発振機構

朴 龍柱（種の多様性研究グループ）

脊椎動物の視細胞には外系からの光シグナルを感受し、体内への伝達を担う視物質（オプシン）が存在する。網膜の杆体にはロドプシンが、そして錐体には色覚オプシン（赤、紫、青、緑）がそれぞれ存在する。近年、魚類では網膜以外にも視物質の存在が確認され、脳内の松果体にはエクソロドプシンが、そして脳深部には vertebrate ancient long (VAL) オプシンが発現しているのが明らかにされた。エクソロドプシンやVALオプシンは魚類の活動リズム同期のための光センサーとして、明暗に基づく日周活動（摂餌など）や光周期に基づく年活動（繁殖や回遊など）を正確に刻むためにそれぞれ働いていると考えられているが、その実体は不明である。外部環境要因としての光が体内情報として伝達されていく道筋を明らかにするためには、生息域の光環境や行動パターンが異なる魚類における網膜外視物質の生理機能を比較しながら研究することが必要である。

私は、網膜外視物質がサンゴ礁魚類の光周期に同調した周期性発現に対する役割を明らかにしたいと考えている。沖縄のサンゴ礁に生息するゴマアイゴ (*Siganus guttatus*, 水深0~20mを周期的に移動) とルリスズメダイ (*Chrysiptera cyanea*, エダサンゴ近辺の浅海域で生活) を実験材料 (図1) にして、エクソロドプシンとVALオプシンの全塩基配列決定、発現部位の特定、そして周期的変動に及ぼす要因の解明を行っている。これまでにゴマアイゴとルリスズメダイのエクソロドプシンは中枢組織に広く認められたのに対し、VALオプシンは脳深部（視床下部域）にのみ発現していることを確認した。また、(1) 明暗条件 (LD=12:12) で飼育した魚における網膜外視物質の発現はいずれも日周変動していること、(2) 長日条件 (LD=16:8) および短日条件 (LD=8:16) で飼育した魚の網膜外視物質の

発現は与えられた光条件に合わせて変化すること、そして(3) 暗期に光に曝露すると発現量は即座に変化することを明らかにした。本研究は、松果体や視床下部で発現する視物質遺伝子の変動が第一義的には光によって制御されていることを明らかにしつつある。

浅海域では光の吸収は少ないが10m以上の水深では赤い光はほとんど吸収されて青い光が選択的に残ってくる。魚はさまざまな水深で波長の異なる光を感受しながら周期的な活動を行っているため、陸上生物とは異なった選択的光受容適応機構を持っている可能性がある。私は発光ダイオードを利用して季節（もしくは時間）にあわせた生息水深の光条件を再現し、視物質の発現パターンを解析している。発光ダイオードは単波長の光環境を容易に作ることができ、光受容機構を解析するための有効な研究ツールになりうる (図2)。



図1：沖縄サンゴ礁に生息するゴマアイゴ、*Siganus guttatus* (左) 及びエダ状サンゴ近辺で生息するルリスズメダイ、*Chrysiptera cyanea* (右)。



図2：光受容機構を解析するための発光ダイオードを利用した実験水槽。

琉球列島の植物の遺伝的分化に関する陸橋分断説の検証

中村 剛（種の多様性研究グループ）

琉球列島は鮮新世（約670～170万年前）に大陸や九州と陸橋で接続した時期があり、この陸橋は、更新世初期（約150万年前）までにはトカラギャップとケラマギャップとよばれる水深1000m以深の海域で分断されたと考えられている。これらのギャップは陸橋を通じた植物の分散を妨げ、琉球列島に広く分布する植物に遺伝的分化を引き起こしたと考えられてきた。私はこの従来仮説の検証を行っている。

種子や果実が海を越え長距離を分散する植物では、ギャップの影響が見られなくても不思議はない。そこで、通常の種子散布距離が数mと短いとされる複数種について解析を行っている。その一例を紹介する。

コケタンボポは直径2cmほどの小さなキク科の植物で、西表島、沖縄島、徳之島、奄美大島に固有である（図1）。コケタンボポ属はわずか4種からなり、残りの3種はオーストラリア東南部に分布し、このあたりがコケタンボポ属の祖先的地域と考えられる。コケタンボポの祖先はいつ、どのように琉球列島に渡来し、琉球列島ではどのように島から島へ分布を広げていったのであろうか？



図1. 琉球列島固有のコケタンボポとコケタンボポ属の分布域

葉緑体DNA塩基配列に基づく解析の結果、コケタンボポとオーストラリアの種との間の遺伝的分化は小さく（図2）、その分岐は古くても約200万年前と推定された。これまでの学説では、コケタンボポの祖先は、オーストラリアからニューギニア、フィリピン、台湾が同時ではなくとも順次陸続きとなった約1500万年前に陸伝いに北上してきたと考えられていた。しかし、コケタンボポ属が現在のニューギニアやフィリピン、台湾に見られないことを考えると、コケタンボポの祖先がこれらの地域全てで絶滅したと仮定するよりは、微小な果実が風により、オーストラリアから琉球列島まで一気に長距離を飛来したと考えるほうが妥当と言える。琉球列島においては、西表島の集団が祖先型で、この祖先型が約100万年前以降に、急速に現在の分布域全体へ分布を北上し、その後、各地で独自の遺伝的変異を起こしたと推定された（図2）。この時期ケラマギャップは既に開いていたことから、本種の分布拡大には偶発的な長距離分散が働いたと考えられる。

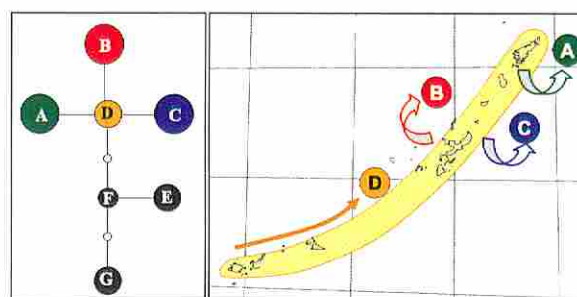


図2. コケタンボポの遺伝的分化パターン
A～Dはコケタンボポの、E～Gは他3種の葉緑体DNAハプロタイプを示す。

従来、琉球列島における植物の分布拡大には陸橋が重要な役割を果し、ギャップの形成はすなわち遺伝的交流の停止を意味すると考えられてきた。しかし、海洋島の例をひくまでも無く、偶発的な長距離分散は植物の分布域拡大において重要である。琉球列島の定説も、改めて検証していくことが必要と考えられる。

琉球列島の更新世カメ類化石についての分類学的研究

高橋 亮雄（種の多様性研究グループ）

琉球列島には、一般に「琉球石灰岩」として知られる、第四紀更新世に形成されたサンゴ礁性の地層が広く分布している。この地層には、多くのフィッシャーと呼ばれる“割れ目”や洞穴が発達し、これらを充填するおよそ1～5万年前（後期更新世の最終氷期に相当）の陸成堆積物からは、リュウキュウジカなどの絶滅種を含む多様な脊椎動物の化石が発見されている。こうした化石は、琉球列島の陸生脊椎動物相がほんの数万年前まで現在よりも多様であったことを示すだけでなく、現生陸生生物の系統地理パターンなどによってみちびかれた琉球列島の古地理仮説を検証あるいは補強するための重要な資料となる。しかしながら残念なことに、これらについての従来の研究はすべて、適切な比較標本や解析を欠いたものであったため、化石の分類・同定や系統的位置づけにおいて多くの解決すべき問題を残してきた。

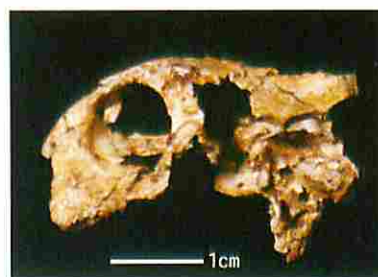
わたしは、こうした陸生脊椎動物化石のうち、とくにカメ類の化石についての分類学的研究をおこなってきた。カメ類は、背骨や肋骨などが発達してできた頑丈な甲羅を持っているため保存されやすく、断片的ながらもたくさんの化石が琉球列島から広く発見されている。また、カメ類は、骨の形態形質についての研究がよくなされているため、断片化石であってもしばしば分類に有用な形質が認められる。

これまでの研究により、ほんの数万年前まで琉球列島には、在来種のイシガメ科3種（セマルハコガメ、ミナミイシガメ、リュウキュウヤマガメ）に加え、現在では絶滅してしまったイシガメ科4種とリクガメ科1種が分布していたことがあきらかになっている。徳之島、沖縄島、伊江島、宮古島、与那国島から発見されたオオヤマリクガメ（リクガメ科）と徳之島から発見されたアマミヤマガメ（イシガメ科）は、それぞれ東南アジアに分布するム

ツアシガメ属の絶滅種と沖縄諸島の固有種リュウキュウヤマガメに近縁な絶滅種として記載された。このほか、沖縄島、久米島および徳之島からは、琉球列島では八重山諸島に分布するセマルハコガメと同属の1絶滅種が、宮古島からは日本本土と大隅諸島に分布するニホンイシガメに近縁なイシガメ属の1絶滅種が、さらに久米島からは上述の絶滅種とも在来種とも明らかに異なるカメの化石が1種発見されている。これらの化石は、後期更新世の琉球列島には少なくとも8種の陸生カメ類が分布したが、その多くがおおよそ1万年前までに急速に絶滅したことを示している。また、宮古島のイシガメ属の1絶滅種は宮古諸島に固有と考えられ、このことは宮古諸島が比較的最近（中～後期更新世）に八重山諸島と接続したとする古地理仮説に対し、強い疑問を投げかけている。このような後期更新世の“大量絶滅”を引き起こした原因の解明や古地理仮説の検証のために、カメ類だけでなくそのほかの動物化石についての分類学的研究の発展が強く望まれる。



沖縄県南城市における化石発掘調査の様子



沖縄県南城市から発見された後期更新世の絶滅種オオヤマリクガメの頭骨化石

琉球列島に生息するイモリ類の分子系統地理

富永 篤（種の多様性研究グループ）

分子系統地理とは

これまでの研究成果の蓄積に伴い、琉球列島に生息する陸上動物の各島、各諸島の個体群間の遺伝的分化や分類学的な関係はかなり解明された。しかし、島や諸島の内部での遺伝的変異や地理的な分化パターンについては多くの動物で十分に調査されておらず、島内や諸島内での多様化の歴史、分布域の変遷についてはほとんどの種で不明である。最近、解析技術の進展で多くのサンプルを解析に用いることが可能になり、また解析手法も発達したことにより、地域間の遺伝的な分化と個体群ごとの遺伝子頻度に関する情報に、各遺伝子型の地理的分布パターンに関する情報を加えて、分布の変遷の歴史、進化史を推定する分子系統地理学の研究が盛んになってきた。そこで、私はこうした研究手法を用いて琉球列島に固有のイモリ類の多様化の歴史、分布の変遷を探る研究をおこない、琉球列島の陸上動物の多様化の歴史について理解を深めたいと考えた。

琉球列島に生息するイモリ類

琉球列島にはシリケンイモリ（*Cynops ensicauda*：図1）とイボイモリ（*Echinotriton andersoni*：図2）の2種が分布する。両者とも奄美諸島と沖縄諸島の固有種で、他の両生類と同じく海を越えた分散は難しく、移動能力も低いいため、系統地理学の研究題材として面白い動物である。

昨年度はシリケンイモリの系統地理学的研究を中心に行い、遺伝的多様性の形成過程、分布域の変遷について推定を行った。奄美諸島と沖縄諸島の45地点から得られたDNAサンプルの遺伝的解析を進め、系統地理解析を行った結果、先行研究と同様に本種は各諸島に対応する2群（奄美群、沖縄群）に大別された。群内での分化程度は沖縄群の方が大きく、沖縄群はさらに2亜群に分けられることが明らかになった。沖縄内の2亜群は沖縄島の北部で分布を重ねており、両者の中間的な形質状態を示す遺伝子型を持つ個体は見られないことも明らかとなった。一方、補足的に行ったアロザイム分析や形態比較、生態調査では2亜群は検出されなかった。これらのことから沖縄諸島の2亜群は分布域の分断により異なる場所で分化した後、2次的に分布を重ね、現在は一つの任意交配集団を形成していると

推定された。また各個体群で遺伝的多様性を比較した結果、沖縄群内では中北部の個体群の多様性が高く、これらの地域に固有の系統もいくつか見られること、南部や離島の個体群は一様に多様性が低く、固有の系統も見られないことが明らかとなった。これらのことから南部と離島の個体群は、中北部から南部、離島に分布を拡大した祖先系統に由来する可能性が高く、このことは沖縄島南部が一度海に沈んだという沖縄島の地史ともよく符合した。

奄美群内では、諸島の中中部地域で遺伝的多様性が高いこと、広い範囲で遺伝子流動が生じたことが推定された。また加計呂麻島、請島、与路島の各個体群の遺伝的構造は対照的で、加計呂麻島の個体群は複数の異なる系統を含み、請島の個体群は同一の系統から構成されるが固有の複数の遺伝子型を含み、与路島の個体群は単一の遺伝子型から構成されていた。系統地理解析の結果、これら3島のある奄美諸島南西部では地理的距離に伴う制限された遺伝子流動が頻繁に生じたことが推定され、そうした個体群間の遺伝的交流と、島の地形や位置的な状況が3島の個体群の異なる遺伝的構造を生じさせた可能性が高いと考えられた。本年度はイボイモリについても同様の調査を進め、2種の多様化の歴史、分布域変遷史の比較を行いたいと考えている。



図1. 沖縄島産のシリケンイモリ



図2. 沖縄島産のイボイモリ

イリオモテヤマネコの頭骨にみる小島嶼適応

中西 希（生態系の多様性研究グループ）

イリオモテヤマネコ *Prionailurus bengalensis iriomotensis* は琉球列島に生息する唯一のネコ科動物であり、小島嶼に個体群を維持してきた理由として、西表島（284km²）の動物相の豊かさと本種の幅広い食性があげられている。また日本にはイリオモテヤマネコの他にベンガルヤマネコの別亜種であるツシマヤマネコ *P. b. euphilus* が長崎県対馬（710km²）に生息している。両亜種共に生息地は島嶼であるが、その食性は大きく異なることが糞分析からわかっている。ツシマヤマネコが大陸に生息するベンガルヤマネコと同様に小型げっ歯類と食虫類を主な餌としているのに対し、イリオモテヤマネコはある分類群に偏ることなく、哺乳類、鳥類、両生類などの様々な動物種を利用している。このような生息地による食性の変異は、各々の生息地の餌動物相によって大きく影響される。また、餌動物種のサイズや生態によってヤマネコの狩猟行動にも差異が現れることが予測される。

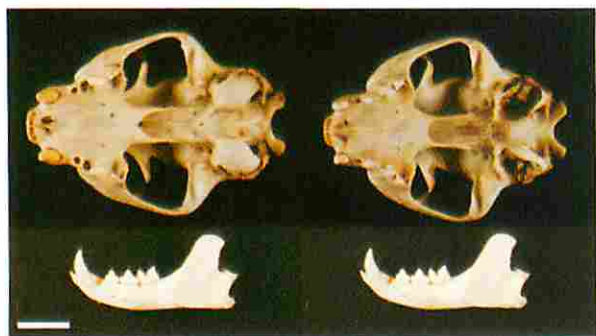
これまでに、イリオモテヤマネコとツシマヤマネコの犬歯の太さや頭骨形態における変異を観察し、イリオモテヤマネコは他のベンガルヤマネコと比べ餌動物が異なることによって、狩猟行動や咬合機能が異なった結果、頭骨形態に独自の進化をおこしたことが予測された。

そこで、イリオモテヤマネコの在来地上棲小型哺乳類を欠いた小島嶼への適応を、同じ島嶼に生息するツシマヤマネコの食性や狩猟行動などの採餌生態と頭骨形態の比較から明らかにすることを目的として研究を進めている。

この解析の中で重要なファクターとなる食性について、これまで用いてきた糞分析法に加え、交通事故死亡個体から摘出した胃内容物を用いる。胃内容物分析は実際に数時間内に捕食した餌動物構成を得られるため、食物中の各餌動物種への依存度を知ることができる。さらに、胃の中の餌動物各個体の状態からヤマネコがそれぞれの餌動物をどのように狩猟し、咀嚼しているのかを確認することにより採餌行動パターンを予測することができる。今後、頭骨計測値を用いた頭骨形態や咬合力の比較を行い、採餌パターンと合わせて考察することにより、イリオモテヤマネコの小島嶼適応を明らかにしていく。



イリオモテヤマネコ



イリオモテヤマネコ（左）とツシマヤマネコ（右）の頭蓋と下顎（スケールバーは2cm）



ツシマヤマネコ

潮間帯生物群集をモデルとした島嶼系の多様性解析

新垣 誠司（生態系の多様性研究グループ）

岩礁潮間帯の生物群集、特に魚類と貝類を対象に「群集構造の決定」と「多様性創出」のメカニズムについて研究を進めている。

生物は、種によって移動分散能力が異なる。こうした特性は、分布拡大や種分化速度の違いをとおして群集構造に影響すると考えられる。その影響は、利用可能な生息環境が飛び石状に分布する島嶼系において特に顕著に現れると予想できる。琉球列島が分断と接続を繰り返す中で、島ごとにどのような群集を形成するに至ったのかたいへん興味深い。

熱帯海域の生物研究は、サンゴ礁・海草藻場などを主なフィールドとし、岩礁での研究は稀であった。一方、温帯海域では岩礁潮間帯を中心に重要な研究成果が残されてきた。こうした歴史的背景に加え、岩礁潮間帯は寒帯から熱帯まで普遍的に存在することから、広範囲の群集パターンや多様性をテーマとする研究に最適な環境のひとつであると考えられる。

また、多様な生物が利用する岩礁潮間帯は、陸と海のはざまで系をつなぐ重要なハビタットである。同時に、人間活動の影響を受けやすい場所である。環境変化の著しい昨今、基礎情報の把握と現状記録は重要な課題だと考える。

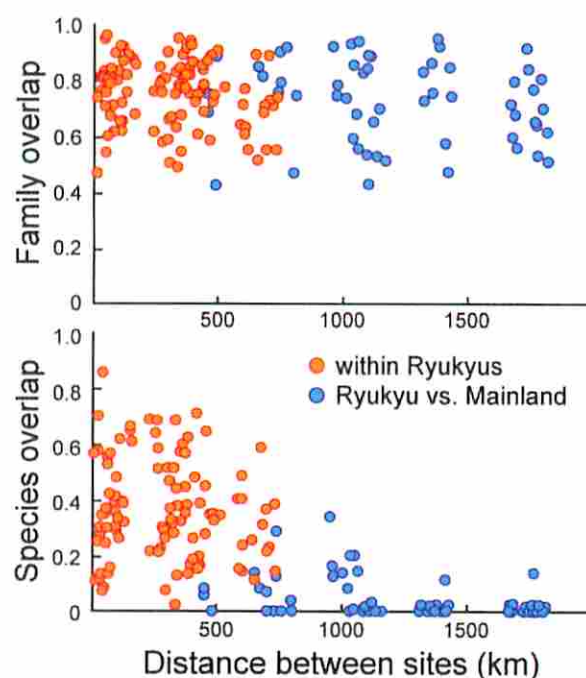
以上のことから、岩礁潮間帯の生物群集とその生物特性（種、分散能力、個体間相互作用）および環境特性（地質、分断過程、交流経路）に注目して、「様々な群集パターンの比較によって共存機構や多様性の背景がつかめる」との観点で、データの収集と解析を進めている。2007年度は14島66地点で調査を実施し、生物標本と記録写真（海岸と生態）を集めた。現在までに魚類のサンプル処理と解析の一部を終えており、ここではその内容を紹介する。



タイドプールの優占魚種：ナンヨウミドリハゼ *Eviota prasina* (左) とスジクモハゼ *Bathygobius cocosensis* (右)

小型のタイドプール（表面積1m²）に出現する魚類を対象に8島15地点で調査し、本土のデータと比較した。解析の結果、基本となる群集パターンと類似点・相違点のいくつかを明らかにした（図）。琉球列島の高い多様性には、タイドプールごとに異なる種構成（ β 多様性）が大きく付与していることが示唆された。タイドプールスケールで変化し、魚類の出現・空間利用を左右している要因として、（1）生息場所の複雑性、（2）水温や塩濃度などの化学的特性、（3）種間相互作用が考えられる。このうち（3）は、多様性の形成よりは維持に影響する要因である。タイドプール魚類群集の多様性をもたらす要因を明らかにするためには、プールスケールでの詳細な環境測定と評価が必要と考える。

今後、貝類群集についても同様に解析をおこない、魚類・貝類を含めた包括的な解析と議論を重ねることで、琉球列島における群集構造の決定機構を解明し、多様性の創出機構に迫りたいと考える。



タイドプール魚類群集の重複度と距離の関係
科構成の重複度は、群集間の距離によらず一定である（上）。種構成の類似度は、距離に比例して低下するように見える（下）が、その変化は、距離の効果よりむしろ琉球列島と本土間での魚種の置換で説明できる。

日本サンゴ礁学会・琉球大学COE プログラム共催公開シンポジウム 「日本のサンゴ礁研究の歩みと展望 ー日本サンゴ礁学会設立10周年を 記念してー」

日高道雄（遺伝子の多様性研究グループ）

日本サンゴ礁学会と本COEプログラムと共催で、日本サンゴ礁学会設立10周年を記念した公開シンポジウム「日本のサンゴ礁研究の歩みと展望」を、11月25日（日）午後1時15分から6時まで沖縄コンベンションセンターB1会議室で開催した。日本サンゴ礁学会は、1997年琉球大学において設立大会を開催し、学会として発足した。会員が様々な分野（地質・地理、生物・水産、環境・保全、社会・文化）にまたがる学際的な学会であり、2004年には国際サンゴ礁シンポジウムを沖縄で開催した。



第1部では、日本におけるサンゴ礁研究を振り返り、さらに今後の展望、研究の方向性について、3名のサンゴ礁研究者が講演された。「日本のさんご礁生物学研究の歩み」（山里清琉球大学名誉教授）、「サンゴ礁で温故知新ー地球科学からのアプローチー」（小西健二金沢大学名誉教授）、「サンゴ礁の暮らしに学ぶことー環礁の民族学と考古学ー」（近森正慶応大学名誉教授）。また、第2部では、日本サンゴ礁学会のこれまでの活動と今後の課題、展望について、学会活動を自己評価するとともに、情報発信、国際サンゴ礁年への貢献、教育・啓発などの社会貢献、サンゴ礁の保全と再生に向けた取り組みと課題について、5名の方に講演していただいた。

サンゴ礁域の沿岸管理に関する 研修会議を開催

土屋 誠（拠点リーダー）

インドネシア政府の海洋水産省からの依頼を受け、2007年12月8日（土）ー13日（火）に、サンゴ礁域の沿岸管理に関する研修会議を開催した。講師として嘉数副学長、COEメンバー、環境省や沖縄県の専門家が参加し、サンゴ礁域の沿岸管理に関する情報提供を行い、今後の活動に関する協力体制について議論した。参加者は9名（うち一人は本学が学術交流協定を締結しているボゴール農業大学の教員でリーダー的存在であった）で、さらに本学で勉学に励んでいるインドネシアからの留学生が参加し、充実した研修会議となった。特に同省の職員であり、本学の理工学研究科で学んでいる Awalddin 君は世話係も担当し大活躍であった。



沖縄とインドネシアの沿岸環境問題に関する会議の一コマ

研修会議に引き続いて、美ら海水族館、沖縄県栽培漁業センター、琉球大学熱帯生物圏研究センター瀬底実験所、那覇浄化センターの各施設を見学した。美ら海水族館では一般展示の見学のほか、運営方法、飼育方法なども学び、那覇浄化センターでの見学・研修では、下水処理の理論を含め、多くの情報を得たと喜んでいて。本学とボゴール農業大学とは今後大学院生の共同教育を進める計画があり、



嘉数副学長の講義の後で記念撮影

そのための情報交換も行った。外国の大学との共同教育は文部科学省が進めているプロジェクトのひとつでもあり、今後の発展が期待される。

沖縄の生物 —環境変化がもたらした影響— 2008年5月24日 琉球大学大会館

佐藤 綾 (生態系の多様性研究グループ)

沖縄生物学会と土壤動物学会の合同公開シンポジウム「沖縄の生物：環境変化がもたらした影響」が琉球大学21世紀COEプログラムとの共催で開催された。

琉球列島には、多くの固有種を含む、多種多様な生物が生息している。この豊かな生物（＝自然）は、観光資源や有用生物としての活用など、人間に直接的・間接的に正の効果を与えている。一方で、急速な環境の変化は、生物の生存に負の影響を及ぼしていると考えられる。本シンポジウムは、環境の変化が沖縄の生物に与えている影響を理解するとともに、今後の課題について討論することを目的とした。まず唐沢重考氏（福岡教育大学）が趣旨説明を行なった後、以下の3名の講演者による話題提供があった。

1. ヤンバルにおける人為攪乱が生物多様性に及ぼす影響：佐藤大樹（森林総研）
2. ヤンバルにおける環境攪乱がアリ群集に与える影響：
諏訪部真友子（琉球大学・農学部）
3. 琉球のサンゴ礁とふたつの空間スケール
の人為的攪乱—地球規模と地域規模—：
酒井一彦（琉球大学熱帯生物圏研究センター）

総合討論では、藤田陽子氏（琉球大学法文学部）より環境経済学的視点から、金子信博氏（横浜国立大学環境情報）より土壌生態学的視点からのコメントがあった。環境の変化が生物に与える影響を理解するためには、長い年月に渡るモニタリングが必要であること、環境保全のためには地元との連携が必要であることなどが議論された。

シンポジウムの参加者は、沖縄生物学会と土壤動物学会大会参加者に加え、一般の方の参加も多く（約70名）、合わせて約300名の参加があり、会場いっぱいの満席であった。近年の自然環境保全への関心の高まりを実感するとともに、本シンポジウムで出された課題への取り組みが期待された。

なお、本シンポジウムの前には、土壤動物学会の若手研究者による特別講演「琉球列島における土壤動物学の現在」が琉球大学21世紀COEプログラムとの共催で開催された。本公演は、琉球列島において土壤動物研究を行なうことの魅力を理解して頂くことを目的としており、琉球の土壤動物を研究している以下の3名より話題提供があった。

1. 西表島における大型土壤動物の群集構造及び落葉分解への寄与：
唐沢重考（福岡教育大）
2. 琉球列島産アリの魅力とその生態：
菊池友則（琉球大学・農学部）
3. マングローブ林に生息する地表性昆虫の活動リズム：佐藤綾（琉球大学・理学部）



シンポジウムの発表風景

琉球大学21世紀COEプログラム「サンゴ礁島嶼系の生物多様性の総合解析」 平成19年度成果発表会

中村 将（国際化推進担当）

平成19年度21世紀COEプログラム成果発表会が、2008年3月1日、事業推進担当者、COE博士研究員、大学院生、学生、外部の研究者多数が参加して琉球大学理系複合棟、50周年記念館において行われた。土屋誠拠点リーダーの挨拶と開会宣言により開始された。

太田英利教授の司会により、阿部永 元北海道大学教授による「食虫類および齧歯類群の群集構造を探る」の演題による特別招待講演が行われた。講演の内容は、ネパールの小哺乳類群集を環境要因と密接に関係する外部形態の5要素をモルフogrammと名付けた図により解析し、地理、標高、生息微環境により生息分布を分けていることを明らかにしたもので大変分かり易い説明であった。



阿部永 元北海道大学教授による特別講演

午後より50周年記念館に会場を移し、遺伝子多様性研究グループ、生態系多様性研究グループ、種多様性研究グループよりそれぞれ22、34、25題、計81題のポスター発表が行われた。いずれの研究発表も様々な視点よりサンゴ礁島嶼系の生物多様性を解析した最新の成果で、活発な質疑、応答が4時間に渡って行われた。

終了後、大学生協において阿部永先生のご出席を頂き成果発表会の参加者による懇親会が行われ、研究内容などの情報交換、親睦が図られた。

平成20年度は琉球大学21世紀COEプログラム最終年度に当たる。COEプログラムは、サンゴ礁島嶼系を大きなシステムとしてとらえ、生物多様性の進化過程とその動態、維持機構を、遺伝子、種、および生態系のレベルで研究し、多角的な視野をカバーした研究から得られた結果を総合することが求められている。21世紀COEプログラムの参加者は、本年度末の成果発表会において以上の視点に立つての研究成果を取りまとめた発表をお願いしたい。

終わりに、休日でありながらも発表会運営に協力頂きました事務員の方々に感謝申し上げます。



ポスターの前で熱心に議論する発表者と参加者

2008年 開催プログラムおよび受賞

【セミナー】

1) 第31回琉球大学COEセミナー

平成20年2月4日 16:00-17:10 理系複合棟102講義室

発表者：Prof. David J. Miller (Biochemistry and Molecular Biology, Comparative Genomics Centre, James Cook University)

演題：Investigating coral biology using ESTs and microarrays: Candidate genes for calcification, metamorphosis and symbiosis.

2) 第32回琉球大学COEセミナー（生物多様性と分析科学）

平成20年1月25日 15:00-17:00 理系複合棟202講義室

発表者：丸山一郎 博士（OIST・情報処理生物学ユニット長）

演題：細胞膜受容体による外界情報処理機構-多様な生物に見出される共通性-

発表者：新道智視 博士（OIST・神経生物学ユニット研究員）

演題：電気生理学的な手法を用いたシナプス伝達解析（パッチクランプ法と2光子励起顕微鏡の応用）

3) 第33回琉球大学COEセミナー

平成20年4月24日 14:00-15:00 理系複合棟202講義室

発表者：佐野有司教授（東京大学海洋研究所）

演 題：二次イオン質量分析計による生物起源炭素塩の分析：SIMSが切り拓く準非破壊分析による高分解能環境指標分析の未来

4) 第34回琉球大学COEセミナー

平成20年5月1日 10:30-12:00 理系複合棟102講義室

発表者：新田英之 博士（キューリー研究所研究員）

演 題：High speed and highly sensitive biomolecule measurements by MEMS based microdevices

5) 第35回琉球大学COEセミナー（COE-OISTジョイントセミナー）

平成20年5月20日 14:30-16:00 理系複合棟102講義室

発表者：佐藤矩行 博士（OIST）

演 題：OISTマリンゲノミックスの展開

発表者：日高道雄 教授（理学部海洋自然科学科）

演 題：サンゴの研究の動向

発表者：徳田 岳 助教（分子生命科学研究センター）

演 題：シロアリから見たセルラーゼ研究

6) 第36回琉球大学COEセミナー

平成20年6月13日 15:00-16:10 理系複合棟102講義室

発表者：Dr. Andrew H. Baird (Principal Research Fellow, ARC Centre of Excellence for Coral Reef Studies, James Cook University, Townsville)

演 題：Environmental controls and evolutionary constraints on coral symbiosis: can corals cope with the stress of modern life?

【シンポジウム】

土壌動物学会・沖縄生物学会合同 公開シンポジウム（琉球大学21世紀COE共催）

平成20年5月24日 琉球大学 大学会館 3 階

【研究集会】

琉球大学21世紀COEプログラム平成19年度成果発表会

平成20年3月1日 琉球大学 理系複合棟102講義室（招待講演）

50周年記念会館1階（ポスター発表）

招待講演：阿部 永 博士（元北海道大学教授）「食中類およびげっ歯類の群集構造を探索」

【受賞リスト】

- 1) 土岐知弘氏（理学部海洋自然科学科助教、COE公募研究員） ポスター賞 受賞論文名「鳩間海丘における海底熱水の化学組成」 Blue Earth '08（2008年3月14日 於：横浜市立大学）
- 2) 中島裕美子氏（分子生命科学研究センター准教授、COE事業推進担当者）、前川秀彰氏（分子生命科学研究センター教授、COE事業推進協力者） 平成19年度蚕糸学進歩賞（技術賞） 受賞論文名
“A novel indicator for radiation sensitivity using the wing size reduction of *Bombyx mori* pupae caused by γ -ray irradiation (*Journal of Insect Biotechnology and Sericology*, 75, 61-165, 2006)”
日本蚕糸学会（2008年3月20日 於：名古屋大学）
- 3) 大澤正幸氏（前21世紀COEポスドク研究員、現理工学研究科博士研究員） 奨励賞 受賞論文名「カニダマシ科を中心とした海産十脚目甲殻類の分類学的研究」 日本動物分類学会（2008年6月15日）



左：砂を抱えて巣穴に運ぶルリマダラシオマネキ (*Uca tetragonon*)。本種の分布域はこれまで石垣島以南だったが、沖縄島でも近年多く見かけるようになった。

右：シオマネキ (*Uca arcuata*) は西日本から中国、韓国、台湾、ベトナムの河口干潟に分布するが、琉球列島では中城湾でしか生息が確認されていない。遺伝的集団構造解析の結果から、沖縄のシオマネキ個体群が低い遺伝的多様性を示し、他の個体群からの遺伝子流動がほとんどないことが明らかとなった。

写真・文 今井 秀行 (種の多様性研究グループ)

編集・発行 COE広報委員会

〒903-0213

沖縄県中頭郡西原町字千原1番地 琉球大学理学部理系複合棟 6 1 5 号室

21世紀COEプログラム事務局 TEL: 098-895-8384 FAX: 098-895-8386

URL: <http://w3.u-ryukyu.ac.jp/coe/>

代表 土屋 誠 e-mail: tsuchiya@sci.u-ryukyu.ac.jp / COE事務局 e-mail: knkcoe@to.jim.u-ryukyu.ac.jp