



Newsletter

NO.21

MARCH 2009



アミメアリ属 *profundus* 種群の一種の働きアリ頭部正面：AZ100 システムで撮影した画像群から合成

鹿児島大学総合研究博物館の研究紹介

News Letter No.14で紹介しました江口克之さんのアリの撮影技術がグレードアップしました。第2弾としてその技術を紹介いたします。

また本号では、総合研究博物館スタッフがそれぞれ携わっている最近の研究、鹿児島大学郡元キャンパスに関する話題をご紹介します。

「たかがアリ」を美しく撮る！ 第2弾

江口克之

鹿児島大学総合研究博物館・学外協力研究者
長崎大学熱帯医学研究所国際保健学分野・客員研究員

はじめに

日本学術振興会ポスドク研究員の任期が2006年度で終了したのを機に、11年間に過ごした鹿児島大学を離籍しました。現在は長崎大学熱帯医学研究所国際保健学分野の客員研究員として HTLV-1 というウイルスの分子疫学的研究プロジェクトに参加する一方、余暇の時間を使ってアジアのオオズアリ類及びベトナムのアリ類全般の分類学的研究も続けています。

本稿は、鹿児島大学博物館ニュースレター 14号に掲載されている私の記事の第2弾となります。ニコン AZ100ズーム顕微鏡を思い切って購入したことに端を発する一年あまりの試行錯誤の成果報告です。顕微鏡撮影を行っている、あるいはこれから行おうとする方に多少とも有益な情報を含んでいると思いますが、「オタクが紙面を占拠している」と指弾されると返す言葉もありません。

さて、まずは導入として、深度合成技術について前回書いたことを要約したいと思います。繰り返しを好まない方は本節を読み飛ばしてください。アリ分類学の先駆的研究は19世紀後半から20世紀前半にかけて欧米の研究者によって主導されました。しかしながら、当時の記載文は内容が乏しく、重要形質を示した図が添付されていることはまれでした。20世紀後半に入ると、現代的な分類学の方法論に立脚した研究が行われるようになり、精密な線画が記載文に付されることも多くなってきました。そして、1970年代以降は、微小な器官の撮影のみならず、文章や線画では表現・描写しにくい体表の彫刻の状態の撮影や、全体像の高深度撮影に走査型電子顕微鏡（SEM）が使われるようになりました。一方、より安価且つ簡便な顕微鏡撮影機材として、光学顕微鏡にカメラをマウントしたシステムもある程度普及しましたが、高倍率下では焦点深度が非常に浅く、厚みのある昆虫標本の撮影には不向きでした。ところが近年、デジタルカメラが急速に高性能化、低価格化したことと、深度合成ソフトが登場したことで、光学顕微鏡撮影システムが再び脚光を浴びつつあります。深度合成ソフトはいくつかの会社や個人によって販売あるいは無償提供されています。このようなソフトは、対象物を対物レンズから最も遠い部分（最下位）から最も近い部分（最上位）に向かって少しずつピントの合う位置をずらしながら撮影された一連の画像（元画像）から、ピントのあった部分を自動的に抽出し一枚の画像に合成してくれます。また、最近のバージョンではレタッチ機能が追加・強化されているものもあり、自動作成過程ではうまく認識されなかった細かい毛や構造物を、元画像群を参照しながら簡単なマウス操作で合成画像上に復元することが可能です。私は2003年にハーバード大学比較動物学博物館に短期滞在した際にゲーリー・アルパート博士からこの技術をご教授頂きました。その後、鹿児島大学で試行錯誤を繰り返し、ニコン Eclipse E600生物顕微鏡にマウントしたニコンデジタルカメラ Coolpix 8400で撮影し、Auto-Montage というソフトで深度合成するというシステムを構築しました。実体顕微鏡ではなく生物顕微鏡を選んだ理由は、分解能が高く側方ずれのない元画像群を得るためには垂直光路系を備えていることが必須だったからです（詳しくは前回の記事を参照ください）。Eclipse E600システムでは最高で400倍（対物20倍×変倍モジュール2倍×接眼10倍）に相当する視野を800万画素で撮影できました。その結果、トフシアリ属と仮同定していた標本の中から新属 ミジンアリ属（*Parvinyrma*）を発見、記載することができました。体があまりにも小さいため、当時常用していたニコン SMZ-1000実体顕微鏡ではこの2つの属を区別する重要形質の一つである触角の節数を正確に数えることが困難だったのです。Eclipse E600システムは画期的でしたが、問題もありました。生物顕微鏡はプレパラート標本を観察するために設計されているので、ステージ（標本を載せる台）の上下可動幅が狭く、針刺標本を取り扱うには不便でした。前回の記事は、垂直光路光学系を採用しつつ実体顕微鏡の使い勝手を引き継いだ斬新な顕微鏡「マクロスコープ ZoomAPO16」が Leica から発売されたことを紹介して締めくくりました。そして1年ほど遅れてニコンも同様のズーム顕微鏡 AZ100を発売したのです。

気がつくと、ドツボ

大学を離れ、自宅に研究室を構えるに当たり、顕微鏡にだけはボスドク時代の貯金を惜しみなくつぎ込もうと考えていたのですが、最新型のズーム顕微鏡はやはり目が飛び出るくらい高価です。一方でいまさら従来型の実体顕微鏡を買う気にはなりません。悩んだ末、一式の値段が ZoomAPO16より2、3割安い AZ100を選びました。透過観察可能な構成にすると20万円くらい高くなるので、思い切って諦めました。その代わり、0.5倍、1倍、2倍、4倍、5倍の5種類の対物レンズのうち、通常観察用に1倍、微細構造観察用に4倍の計2本のレンズを選びました。照明は Carton 社のリング蛍光灯照明装置 M8901（約3万円）を使用することにして、浮いた費用を高倍率下での位置合わせに便利な X-Y 微動ステージの購入に充てました。パーツの取捨選択をし、値切った結果、撮影装置を除く顕微鏡一式の値段が約105万円という見積もりになりました。長崎への引越の際は無料で搬送、設置をするとの確約を頂き、これまでの人生で最高額の買い物をしました。引越を数ヶ月後に控えながらも鹿児島で買ったのは、万一初期不良等が見つかった場合に顔なじみの営業マンにすぐに対応してもらおうと考えたからです。

手始めに中型のアリを撮影してみました。なるほど、ピントの合う距離が1倍レンズで35mm、4倍レンズで20mmあり、また鏡筒、ステージ間の可動幅も約85mmもあるので、標本を様々な角度で設置できるし、リング蛍光灯の光もかなりまんべんなく回ります。なかなか、良い使い勝手だ！そして深度合成作業に移ります。前回の記事を書いた時点では Auto-Montage というソフトを使っていましたが、その後 Helicon Focus Pro に切り替えました（Windows OS、マルチプロセッサ対応最新版はネット販売価格300米ドル）。自動合成の結果は期待以上、美しい！細かい毛まで比較的良好に認識されているようですし、ゴーストもそれほど目立たないので、手動修正の手間も大いに軽減できそうです。次いで、Eclipse システムの倍率200倍と同等になるように対物4倍、ズーム5倍でミジンアリの頭部の撮影にトライしてみました。カメラの液晶モニターを見ると、シャッタースピードは1秒で明らかに光量不足ですが、何とか撮影できそうです。モニター上の視野に何となく違和感を覚えつつも、撮影・合成しました。Eclipse システムで撮影・合成した画像と比べて首をかしげました。「えっ、何でこんなに倍率が低いのか？」しばらく説明書とにらめっこをして気づきました。AZ100鏡筒内の撮影装置への光路上に0.6倍のレンズ（リレーレンズ）が組み込まれていたのです。このレンズはニコン顕微鏡専用 CCD カメラをマウントしたときに、接眼レンズ10倍使用時の視野とカメラの視野を一致させるためのもののようです。Eclipse E600にはそのようなレンズは組み込まれていなかったの、接眼レンズを覗いた時の倍率（観察倍率）よりも撮影倍率が高かったのです。AZ100システムでは対物5倍、ズーム8倍（ズーム最大）に設定しても、旧式 Eclipse システムの撮影倍率には追いつきません。また、高ズーム下では光量不足！どうやら、ドツボにはまったようです。



図1. 手製レンズアダプター (AD) と構成部品、規格外レンズ類。CC、レンズケースキャップ；BC、レンズケース本体；R⁴⁶⁻⁵²、ステップアップリング46mm→52mm；R^{F-37}、レイノックス「ミクロ探検隊」付属フリーレンズアダプター；LL^{4X}、Nikon 生物顕微鏡用レンズ Plan Apo 4x/0.10；LL^{20X}、Nikon 生物顕微鏡用レンズ Plan Fluor 20x/0.45；CL^{12X}、レイノックス「ミクロ探検隊」中倍クローズアップレンズ；CL^{24X}、レイノックス「ミクロ探検隊」高倍クローズアップレンズ。

試行錯誤

ニコンの代理店に内蔵リレーレンズを取り外せないかと問い合わせたところ、不可能との回答でした。「外付けにすればいいのに！」と憤ってみても始まりません。Eclipse システムと同等以上の撮影倍率を実現するためには、規格外のレンズのマウントを可能にし、且つ光源を強化するしかないとの結論に至りました。まず取りかかったのは、規格外レンズをマウントするためのアダプターの自作です。なぜこのようなアイデアを持ったかという、Leica は ZoomAPO16 に同社製の生物顕微鏡用レンズ10倍と20倍を取り付けるためのアダプターを純正品として販売していることを知ったからです。残念ながらニコンはそのような製品を販売していません。AZ100の純正レンズを外し、光軸下にニコン生物顕微鏡用レンズ4倍を手持ちであてがうと、ステージに置いた印刷物の活字がクッキリ見えます。どうやら軸を合わせて固定できれば、手元にある10倍や20倍レンズも使用可能なようです。「さて、どうやって取り付けようか。」理想的にはカメラのステップダウンリングのような物を作製できればよいのですが、旋盤加工の技術も設備ありません。あれこれ考えを巡らし、ひらめきました。

「レンズ収納ケースの蓋が使えるんじゃないか？」レンズ収納ケースの蓋の中央部には対物レンズの取付部分に刻んである雄ネジを受ける雌ネジが刻んであります。この雌ネジの真ん中をくり貫き、同径の穴を開けた板に「穴あき蓋」を取り付ければ手製アダプターの完成だ。この板を、純正品のシングルレンズホルダー（純正レンズを取り付けるためのレンズホルダー）と一緒に AZ100鏡筒下部にネジ留めすればいい。アクリル板や、小ネジ類をホームセンターで購入し、数時間かけて試作アダプターを作りました（図1）。試作アダプターを鏡筒に取り付け、生物顕微鏡用レンズ10倍をマウントし、微小なコツノアリの働きアリの頭を検鏡してみると、予想以上にクリアーではないか。そしていつもの手順で深度合成をしてみると、これまた予想以上の出来映えだ。20倍レンズでは、焦点深度がきわめて浅いため、合成作業にはかなりの時間と手間がかかりましたが、何とか実用に耐えるようでした。鏡筒部の長さが Eclipse E-600 と AZ100 では異なるために、生物顕微鏡対物レンズ4倍、10倍、20倍を AZ100 に取り付けると、それぞれ約2倍、約5倍、約10倍相当になることが判明しました。生物顕微鏡対物レンズ20倍使用時で、最大800倍での観察が可能になるはず。大進歩です。手製にもかかわらず光軸のずれもほとんどないので、試作品をそのまま実戦配備することにしました。

光源

純正のレンズを使い、観察をメインとするのであれば、やはり同軸照明装置が使いやすいのだろうと想像できます。しかし、同軸照明が撮影に適するかどうか未知数でした。Eclipse システム構築の際はストロボを採用しましたが、充電の手間や、反復的な閃光による目の疲れ等の問題点もあり、AZ100導入にあたり蛍光灯照明を再度追求することにしました。Carton 社のリング蛍光灯照明装置をまず使用しました。全方向から均等に照らすことはできたのですが、9ワットの蛍光灯ではあきらかに光量不足でした。AZ100のステージは広いので、家庭用の大型円形蛍光灯を使った照明装置がないものかといろいろ探しましたが見つかりませんでした。大型蛍光灯が利用できれば、高倍率撮影に必要な光量を得ることができ、蛍光灯と標本の間にトレーシングペーパー製の光拡散シートを挿入するためのスペースも確保できます。やはり自作しかない。鹿児島で親しくしていただいていた、家電販売関連の会社の役員の方に「円形蛍光灯展示ボックス（電気店でよく見かける）」を入手できないかとお願いしたところ、「引越の餞別だ」と快くお譲りくださいました。1日ばかりで改造を加え、顕微鏡に取り付けました。構造は至って簡単で、ボックスをほぼそのままだけに残し、28型円形蛍光灯の中心に位置する底部に顕微鏡のレンズが通るよう穴を開けた上で、ボックスの底部を上にして鏡筒からぶら下げるというものです。見掛けは悪いですが十分機能する照明装置ができあがりました（図2）。この装置は故障した場合に再度入手することが困難なので、電球型蛍光灯100ワットタイプで四方から照らす方式も試験中です。

クローズアップレンズ

手製アダプターの埃払いをしているときに、「レンズケース蓋の外周雌ネジ（ケース本体をねじ込む）のピッチって、カメラフィルターネジと同じ（0.75mm）みたいだぞ」と気づきました。雌ネジの内径を測ると46mmでした。私は小型昆虫の生態写真撮影にレイノックス社の DCR-250 スーパーマクロレンズ「マクロ探検隊」を使っていました。このクローズアップレンズには52mm～67mmのカメラ・フィルター径に対応するフリーアダプターが付属しています。ならば46mmから52mmへステップアップするリングとフリーアダプ

ターを介せば、「マクロ探検隊」やさらに高倍の「ミクロ探検隊」を AZ100 に装着できるのではないかと、まあ、発想が膨らんでいくわけです。早速ステップアップリング（800円程度）を購入しました。睨んだとおり手製アダプターのレンズケース蓋の外周雌ネジにリングの雄ネジがぴったり噛み合いました。そこにフリーアダプターを介して DCR-250 を装着し検鏡してみると、鏡筒を目一杯に上げ、且つステージを目一杯に下げた状態でなんとかピントが合いました。しかしこれでは実用に耐えません。そこで姉妹品「ミクロ探検隊」について調べてみると、三本セットのレンズのうち中倍（12x）と高倍（24x）のピントの合う距離が DCR-250 よりもかなり近いことが分かりました。こうなると居ても立ってもいられません。「ミクロ探検隊」（ネット・ショップで 19,000 円ぐらい）を購入し、装着しました。中倍レンズは約 1.2 倍、高倍レンズは約 2.4 倍の対物レンズとして通常観察、深度合成用画像撮影に利用できることが分かりました。純正レンズや生物顕微鏡レンズの分解能には劣りますが、純正レンズよりもピントの合う位置が遠いので、照明しやすい、ピンセット等を使った作業がしやすいといった利点があります。

研究室の戸棚の片隅や自宅の押入の奥に眠っている古い顕微鏡のレンズ、照明装置、カメラ部品などにも思いがけない活用方法が見つかるかもしれません。

ファブルフォトを使ってみる

近年、数万円程度の安価な実体顕微鏡がいくつかのメーカーから販売されています。私は標本作成用として、Carton 社の接眼 10 倍固定、対物 2 倍 4 倍切替式実体顕微鏡を使用しています（3 万 5 千円ほど）。対物 4 倍では、視野が多少霞んで見えますが、価格を考えれば非常に良くできていると思います。鹿児島大学理学部の山根正気教授、鹿児島市池田高校の原田豊教諭、そして私は、今年（2009 年）秋に予定されている本博物館の「アリ特別展」に合わせ「南九州の蟻（仮題）」と題した中高生以上、一般向けの本を執筆中です。実体顕微鏡の普及にともない、「理科教材としてのアリ」を改めて提案しようというのが本書のねらいの一つです。

そんなおり、ゾウムシ類を専門とするアマチュア研究家から Nikon のファブルフォトで深度合成ができないかとの問い合わせを頂きました。本製品は数年前に接眼 10 倍固定、対物 2 倍固定の携帯型顕微鏡として発売されたファブル（5 万円ほど）をベースに、汎用デジタルカメラをマウントできるよう改造が加えられたものです。カメラ、アダプターと合わせると 12~13 万円ほどになるようです。おもしろそうだ！早速ニコンインストック長崎営業所の営業マンにデモ機を手配してもらいました。本体の白色 LED 照明は撮影には不向きなので、電球型蛍光灯 100 ワットタイプ 4 灯を顕微鏡の周りに配置し、標本の周りをトレーシングペーパーで囲うことで、標本になるべく均等に光が当たるようにしました。予想以上の仕上がりでした。不満な点として、①ステージの上下可動幅が狭いため、針刺標本を取り扱いにくい、②全体に華奢な作りのため、光軸がずれないように鏡筒を微動させるのが難しい、③顕微鏡本体の倍率は固定のため、ズームはデジカメ本体で行うが、ズーム 2 倍以上で画質が極端に落ちる、などがあげられます。ステージ裏面に三

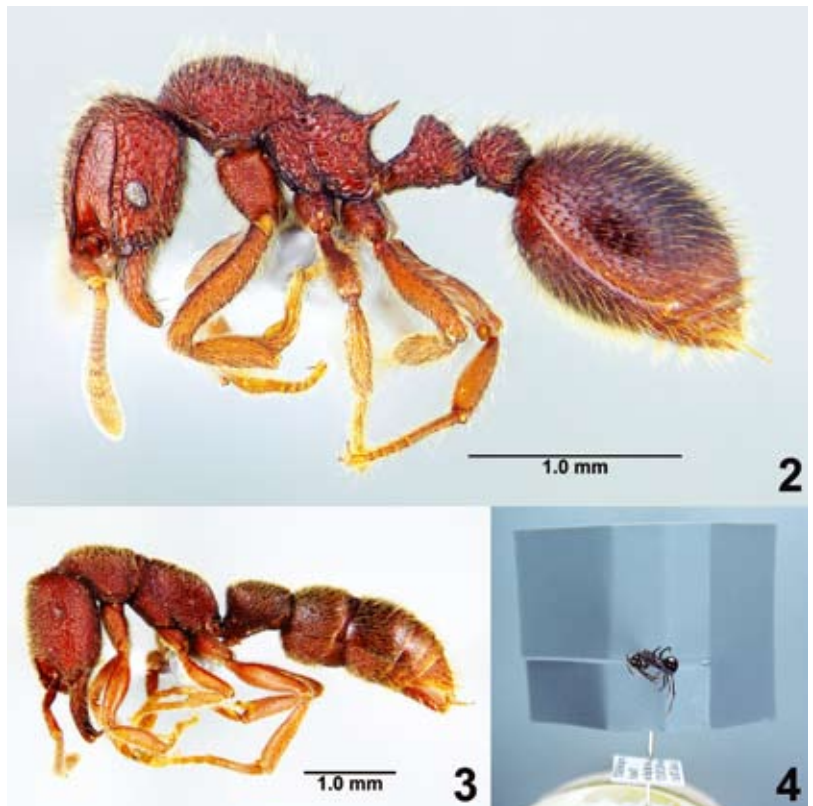


図2. ミゾガシラアリの働きアリ：AZ100 システムで撮影した画像群から合成。

図3. ノコギリハリアリ属の一種の働きアリ：ファブルフォトで撮影した画像群から合成。

図4. 標本針が映らないようにする工夫。

脚ネジ穴が穿ってあるので、三脚や撮影台が身近にあれば、それらに本機を取り付けることで①や②は解決できると思います。また、②に関しては多少光軸がずれても、合成ソフト（Helicon Focus）が自動補正してくれるので、それほど問題ありません。また、フォーカス固定のできないカメラを使用した連続撮影の際、撮影倍率が微妙に変わってしましますが、これもソフトが自動補正してくれます。③については、顕微鏡対物レンズの限界なのか、カメラ（Nikon Coolpix P5000）の特性なのか、今回は明らかにすることができませんでした。いずれにせよ、撮影対象が5 mm 以上あれば、かなり美しい深度合成画像を得ることができます（図3）。

もう一工夫

深度合成をする・しないにかかわらず、標本作製の際の一手間、一工夫が撮影結果を大きく左右することを実感しています。私は標本台紙にもこだわっています。グレーの耐水顔料インクマーカー（ユニ・ポスカ PC-8K はいいろ）で着色した厚紙から少し長めの三角台紙（底辺2.5mm、高さ10mm）を切り出し、針を刺したあとで裁断面も着色し、その上に撮影用標本をマウントし、標本台紙と同色の背景で撮影します。標本を半透明の紙（トレーシングペーパーなど）で覆うと、ギラギラした反射が抑えられ、きれいに撮影できます。また、三角台紙に貼り付けた昆虫の体の側面を撮影する際、ステンレス針がアングルの中に入ると背景色が不均一となり、見苦しい仕上がりになりますし、乱反射により画像が劣化することがあります。私は標本台紙と同色の紙片をステンレス針の上に置くという安直ながら効果的な方法を編み出しました（図4）。このようにして撮影すると、背景の見苦しい色ムラが現れにくく、画像修正ソフト（フォトショップなど）を使った画像合成後の処理の手間を大いに軽減できます。着色した標本台紙が長期保存に耐えるかどうかは未確認ですので、複数の標本がある場合にきまり、撮影用として1～数個体を着色台紙に貼り付けてみてはどうでしょうか。また、ニカワ接着剤を使用すれば、撮影後に通常の台紙に貼り直すことも容易です。

おわりに

「標本画像の美醜など研究の本質とは関係ない」との意見をお持ちの方もおられるかもしれません。しかし、ミジンアリ属の発見のように、深度合成技術はもはや単なる論文用原図の作成手段の枠を超え、発見のプロセスに直接かかわる技術へと昇華しつつあるのです。私はこれからも創意工夫を続け、この技術を記載分類学の現場でおおいに活用していきたいと思います。

私の「趣味」を支えてくださっている長崎大学熱帯医学研究所国際保健学分野の山本太郎教授、メンバーの皆様には感謝いたします。

参考文献・ウェブサイト

- 断虫亭（ペンネーム）. <http://d.hatena.ne.jp/dantyutei/> （註）「断虫亭」さんは分類学に関連する技術全般についてこだわりを持っており、CombineZM を使用して美しい深度合成画像を作製・公開している。
- 江口克之 2007. 「たかがアリ」を美しく撮る！鹿児島大学総合研究博物館 News Letter 14: 2-6. （註）本シリーズの第1弾。
- Eguchi, K. & Bui, T.V. 2007. *Parvimyrma* gen. nov. belonging to the *Solenopsis* genus group from Vietnam (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae: Solenopsidini). Zootaxa 1461: 39-47. （註）画像合成システムを利用し発見できた新属ミジンアリ属の原記載論文。
- Eguchi, K. http://www.antist2007.com/main_JP.html （註）AZ100システムで撮影・合成したアリ類の画像を掲載中。
- Fisher, B. & Cover, S.P. 2007. *Ants of North America—A Guide to the Genera*. University of California Press, Berkeley. 194pp. ISBN-13: 978-0520254220. （註）筆頭著者 Fisher 博士が運営する世界のアリ類画像データベース「AntWeb」の専属写真家 April Nobile 女史が、北米産アリ類全属の美しい深度合成画像を提供している。私は技術面で AntWeb プロジェクトに追いついたと自負しているが、仕事量では大きく後れを取っている。
- 小桧山賢二 2005. 虫をめぐるデジタルな冒険. 岩波書店. ISBN-13: 978-4000060479. （註）デジタル写真技術のプロのエッセイ。私の旧システム（Eclipse E600システム）で光源にストロボを利用するというアイ

デアは本書から得た。

Riedel, A. 2005. Digital imaging of beetles (Coleoptera) and other three-dimensional insects. In: Häuser, C., Steiner, A., Holstein, J. & Scoble, M.J. (Eds.): Digital Imaging of Biological Type Specimens. A Manual of Best Practice. Results from a Study of the European Network for Biodiversity Information: 222-250. Stuttgart. (註) 深度合成のための撮影装置、照明装置について詳細な比較検討を加えたすばらしい論文。この論文を読めば、私の記事など読む必要なかったかも？

Yamane, Sk., Bui T.V. & Eguchi, K. 2008. *Opamyrra hungvuong*, a new genus and species of ant related to *Apomyrra* (Hymenoptera: Formicidae: Amblyoponinae). Zootaxa 1767: 55-63. (註) 新属ナギナタアリ属の原記載論文。たった2個体の標本しかなかったが、AZ100システムを使うことで、非破壊で精密な画像を得ることができた。走査型電子顕微鏡撮影では、場合によっては、貴重な標本に金蒸着をする必要がある。

郡元キャンパスに出現するアリから見えてくるもの

福元しげ子 (総合研究博物館)

鹿児島大学郡元キャンパスは市街地に位置しているが、植物園や実験実習地などをはじめ植込み、生垣、草地、建物、舗装道路などさまざまな環境をもつ。私は、郡元キャンパスに出現するアリ類の環境ごとの比較を行い、モザイク的な環境の存在がキャンパス全体の種多様性にどのように貢献しているかを研究テーマの一つとしている。また、これまでになされた鹿児島県本土におけるアリに関する研究の結果と比較し、郡元キャンパスのアリ相の特徴を明らかにするとともに、市街地における隔離された森林としての植物園がどの程度森林性のアリ相を保持しているかを評価したいと考えている。

2008年、構内のさまざまな環境に出現するアリの予備的なサンプリング（ベート法、単位時間法、および任意採集）を行った。環境ごとに3調査区を設け、調査および採集を行った。ベート法（しかけどり）には粉チーズを用い、1調査区当り15箇所、合計900箇所を設置した。単位時間法においては1調査区当り10分間を5回、合計16時間40分の見つけどりによってア리를採集した。粉チーズを用いたベート法によるサンプル解析途中の結果に基づいて、これまでに判明したことを簡単に紹介する。

今回の調査において、郡元キャンパス全体では15属24種のアリが確認され、うち植物園では9属10種が確認された。山根他（『鹿児島県本土のアリ』, 1994）が鹿児島市内で行った調査（シロップベートを使用）と比較すると、「城山自然林」（16種）と郡元キャンパス（26種）では共通する種が14種で、前者からみれば54%が、後者からみれば88%が共通種であった。「甲突川緑地」（13種）および「市街地」（11種）と比較すると、郡元キャンパスとの共通種はそれぞれ8種、11種であり、市街地で得られたアリの全種が郡元キャンパスでも見つかった。

このことから、郡元キャンパスは全体としては市街地のアリ相をもっているが、一方で森林性のアリ相の一部も保持しているといえる。今後はより精密なサンプリングを実施し、さまざまなタイプの環境がアリの種多様性に貢献しているかどうかを明らかにできるように努めたい。

市街地にありながらまとまった面積を有する植物園および玉利池や実験実習地などを有するキャンパスは、教育・研究、環境教育の場であるばかりでなく、市民に憩いの場を提供している貴重な緑地資源といえるだろう。ただ、植物園ではアシジロヒラフシアリという外来性のアリが高い頻度で見られたことにも注目したい。このアリは、人間活動に伴って分布域を広げる放浪種の一種である。この種の出現によって植物園のアリ相が変化する可能性があり、今後のモニタリングが必要である。



ウロコアリ *Strumigenys lewisi*. 体長 2.2mm
(2008.5.4 鹿児島大学植物園)

鹿児島湾奥部の堆積環境の変化を捉える

大木公彦（総合研究博物館）

鹿児島湾奥部は始良カルデラに相当することから、その海底地形は世界的にみても特異です。周囲の海岸線から水深140m 前後の海盆底に至る斜面が15～25°の急傾斜をなしています。鹿児島市の市街地と桜島の間は桜島西側水道とよばれ、水深が30～40m ほどで潮流の流れが湾内でもっとも速い海域です。1980年代以降の沖防波堤の構築によって水道の幅が1.65km になり、その流速はさらに速くなりました。

1970年代の鹿児島湾奥部の堆積環境

湾奥南西部は閉鎖的な環境にもかかわらず、炭酸カルシウム殻をもつ *Bulimina marginata* を代表とする底生有孔虫群集が認められ、潮流の強い桜島西側水道を通じて、大隅半島に沿って流入する外洋水の一部が水深140m 前後の、この海域の海底に達していることがわかりました（図）。このことは外洋性の貝形虫殻が認められることから支持されました。

一方、湾奥部の東半部と北西部では、*Eggerella scabra* で代表される膠着質殻をもつ群集が認められ、炭酸カルシウム殻をもつ底生有孔虫、貝形虫、貝類は皆無でした。その原因は北東部の水深200m を超える海盆底の火山性海底噴気活動による酸性水塊に求められました。

2000年代の鹿児島湾奥部の堆積環境

1970年代には外洋水がおよんでいた湾奥南西部の海底の表層堆積物（コア）を2004年に採取し調査しましたが、炭酸カルシウム殻有孔虫がまったく認められず、膠着質殻有孔虫のみでした。しかし、コアの最下部では *B. marginata* で代表される炭酸カルシウム殻有孔虫が認められ、この海域の堆積環境が急激に変化したことがわかりました。しかも1970年代にほとんどみられなかった、工業地帯沖の汚染海域の指標種とされている *Eggerella advena* が10%前後の高い産出頻度を示したのです。これらの変化の原因としては、1980年代以降の沿岸部の工業化やハマチ養殖、さらには生活污水などが考えられます。

一方、2006年に湾奥東部の海丘の麓に位置する地点（水深105m）を採泥したところ、上部に向かって劇的に炭酸カルシウム殻有孔虫が増え、表層0～1cm では *B. marginata* が42.1%を占めていました。このことは、最近、外洋水の影響が湾奥東部の新島から福山町付近にまで及ぶようになったことを示しています。

これらの環境変化の原因として、桜島西側水道の幅が沖防波堤によって狭くなり、湾奥部へ流入する流れが速くなったこと、湾内の海水温上昇によって流入する水塊が海盆底へ達しなくなったことがあげられ、結果的に湾奥部海盆底の堆積環境の悪化を招いたと考えられます。

正月のTV 報道特集「KKB スーパーJ チャンネル：Eco2009」に出演させていただきました。その中で熱帯の生物が鹿児島の陸上や海中でも増え、一部の生物は越冬していることが報告されました。気象庁によると、鹿児島湾の水温は100年前に比べて1.58℃も上昇しているそうです。地球規模での海水温上昇によって、鹿児島湾奥部の冬期の表層の海水温が17℃を下回らなくなったことは、深く冷たい海底に酸素を供給していた、冬期にのみ発生する対流が弱くなっていることを示しています。今後も海底表層堆積物とそこに含まれる底生有孔虫群集の変化を調べる必要があります。

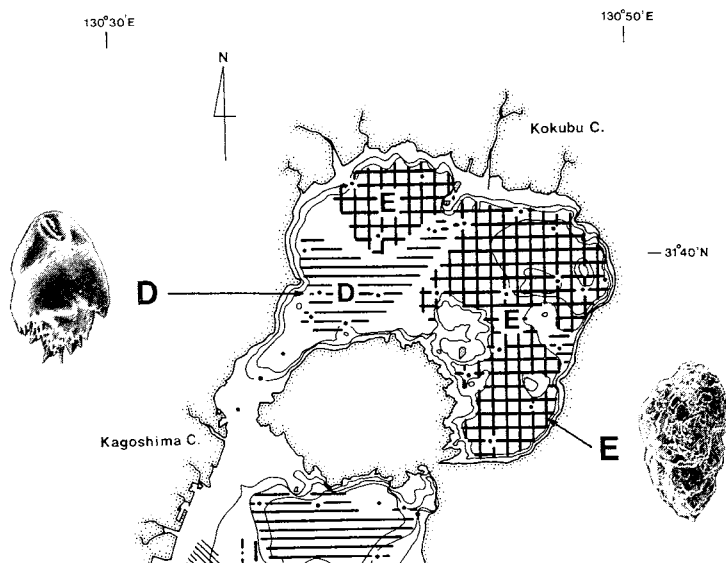


図 1970年代における鹿児島湾奥部の底生有孔虫群集の分布（D： *Bulimina marginata* を代表とする群集；E： *Eggerella scabra* を代表とする群集；等深線は50m 間隔）

メディアとしての資料、コミュニケーションの場としての展覧会 —トラベリング・ミュージアムの活動をめぐって—

落合雪野（総合研究博物館）



写真1 大阪展覧会の全景（撮影：八久保敏弘）

2006年度から2009年度にかけて、「トラベリング・ミュージアム」の活動がおこなわれた。トラベリング・ミュージアムとは、所在地や建物を持たない博物館であり、資料とスタッフが移動して各地で展覧会を開催するプロジェクトである。

プロジェクトのメンバーは、落合雪野（鹿児島大学総合研究博物館准教授）、上まりこ（フリーランス・デザイナー）、佐藤優香（国立歴史民俗博物館助教）、久保田テツ（大阪大学コミュニケーションデザイン・センター特任講師）の4名である。落合は資料や展示コンテンツの提供と開催地とのコーディネート、上は展示空間と印刷物に関するデザインと製作を、佐藤は来場者とのコ

ミュニケーションに関するデザインを、久保田は映像による記録とドキュメントの製作をそれぞれ担当した。活動資金は、平成18、19年度トヨタ財団研究助成「もの資料をメディアに『経験』と『思い』をわかちあう手法の開発—トラベリング・ミュージアムによる実践」（D06-J-025, D07-J-005）（代表者：落合雪野）と、平成19-20年度科学研究費補助金「展示制作プロセスの共有化とミュージアムリテラシーに関する実践的研究」（1961103）（代表者：佐藤優香）によって得ている。

実際の展覧会をラオス、大阪、台湾で次のように開催し、ジュズダマ属植物の種子でつくったモノの資料を展示して、人と植物のかかわりについて紹介した。

ラオス展覧会 “Creating and Communicating with Seed Beads”

2007年3月30日－4月2日 ルアンパバーン市、情報文化省ヴィラ・シェンムアン

2007年4月4日－4月7日 ヴィエンチャン市、カフェ House Roasted Coffee

大阪展覧会 国立民族学博物館開館30周年記念企画展「植物のビーズ—つくって、つないで」

2007年10月4日－12月18日 大阪府吹田市、国立民族学博物館

台湾展覧会 国立台湾史前文化博物館97年度特展「嗨！薏米珠—種子の手作藝術」

2008年5月20日－8月31日 台東県台東市、国立台湾史前文化博物館

トラベリング・ミュージアムでは、展示資料を介して人と人がコミュニケーションする場として展覧会の意義をとらえ、開催地の状況や来場者の属性に応じて展示表現を柔軟に変化させつつ、モノと人、人と人とのやりとりを実践してきた。とくに、ラオス展覧会では研究の成果を調査地の人々と共有すること、大阪展覧会では資料の背景となる調査地や研究活動について表現すること、台湾展覧会では台東大学の学生とともに地元ならではの伝え方を追求することを試みた。さらに、ご当地メンバーの協力を得て展覧会を準備する様子、また、会場で来場者がさまざまな反応をよせる様子など、活動のプロセスを写真や動画で記録している。

4年間の活動の成果を、第3回博物科学会（大阪大学総合学術博物館）や教育GPシンポジウム（北海道大学総合博物館）などですでに口頭発表したほか、報告書『トラベリング・ミュージアムの軌跡』や写真集、DVDにまとめて近日中に公開する予定である。



写真2 台湾展覧会でのワークショップ
（撮影：張至善）

屋久島の魚類相調査

本村浩之（総合研究博物館）

2008年に実施した屋久島の魚類相調査を紹介します。フィリピン北部から台湾を経て琉球列島西側を北上する黒潮は、トカラ列島を西から東に横切り、その海流がバリアーとなってトカラ列島の南北で南日本の魚類相を二分しています。したがって、屋久島は日本本土の魚類相区の最南端に位置し、日本の魚類多様性を研究する上で、屋久島の魚類相の把握は必要不可欠であるといえます。しかし、これまで標本に基づく包括的な屋久島の魚類相の記録はありませんでした。そこで、国立科学博物館が主導する黒潮と日本の魚類相のかかわりの解明を目指す科研費研究のサブプロジェクトとして本格的な屋久島の魚類相調査を行いました。屋久島調査は



1. 開放的な岩礁域での調査



2. 閉鎖的なタイドプールでの調査



3. 漁港内での調査



4. 採集された魚類 1



5. 採集された魚類 2

総合研究博物館を中心として三重大学、宮崎大学、高知大学、神奈川県立生命の星・地球博物館、広島大学、国立科学博物館の各機関の研究者や学生、総勢25名で行われました。総合研究博物館からは本調査のプロジェクトリーダーとして筆者、他に大学院生と博物館ボランティア（一般と鹿児島大学水産学部1～3年生）が参加し、鹿児島大学屋久町共同研究フィールドステーションを本拠地として採集、標本作製・撮影を行いました。調査は夏秋2回で、第一次調査は8月9日～13日に、第二次調査は10月28日～11月1日に実施し、素潜りや釣り、魚市場での購入などの他に地元漁師の協力を得て浅海性魚類を採集しました。

得られた標本は、総合研究博物館、高知大学、宮崎大学、三重大学、神奈川県立生命の星・地球博物館、国立科学博物館に所蔵され、現在各機関で同定・登録作業が進められています。全種数の集計はまだ終わっていませんが、少なくとも今回の調査でハゼ科の未記載種、フサカサゴ科やイソギンボ科の日本未記録種が発見され、さらに多くの種でその分布域の更新（北限の更新や屋久島初記録）が確認されました。集計が終わり次第、屋久島の魚類相調査の結果を報告する予定です。

総合研究博物館では博物館ボランティアの協力のもと、2006年から鹿児島県の魚類標本を積極的に収集し、登録、保存、管理しています。総合研究博物館の魚類コレクションの重要性は年々高くなっており、標本とそのDNA解析用の筋組織は国内外の研究に活用され（2008年度の魚類標本借用依

頼数は52件、681標本)、さらに膨大な画像資料は研究の他にメディアや一般向けの図鑑でも活用されています。今回の屋久島調査で得られた標本は、現在の屋久島の魚類相を把握するための根拠とな



6. フィールドステーションでの標本処理作業



7. 日本から記録されていないフサカサゴ科の1種 (KAUM-I. 11475)

る標本であるとともに、南日本における魚類相形成の要因をひも解く貴重な基礎的資料であるといえます。さらには、数十年、数百年後の魚類相の遷移を調査するための起点となる資料でもあります。

鹿大遺産－布久思の杜から－

橋本達也 (総合研究博物館)

鹿児島大学郡元キャンパスの大部分は、もと明治42年に開校した鹿児島高等農林学校の校地を受け継いでいます。この鹿児島高等農林学校創設から今年、2009年で100周年。学校を引き継いだ鹿児島大学農学部では記念事業も計画されているとのこと。そこで関連する話題として大学キャンパスの歴史を少しご紹介します。

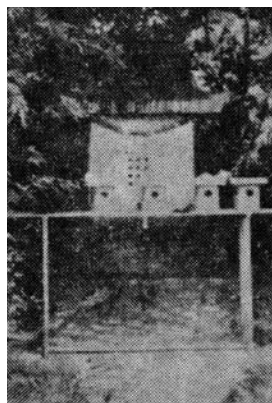
布久思の杜・布久思の宮 玉利池の南側に少し大きめの木があるあたり、ここは「フクシの森」と高等農林学校以前から呼ばれていたようです。この森には石の祠があり、昭和12～13年頃に「布久思宮」と命名されたとのこと。とくに谷口熊之助 第五代校長はとくにこの宮を大事にし、学校の守護神のような扱いであったといいます。戦中のことですが、学校の式典・行事の日には全校あげて拝礼したそうです。祠はいまはなく石組みの台座のみが、木々の間に残っています。

なお、「布久思」の字は万葉集の雄略天皇の歌から採ったもので、布久思は「掘串」という根菜を掘る道具の一種で、高等農林に相応しいとして採用されたものだそうです。

田の神 高等農林学校の創立以前、このキャンパス付近は荒田という田園地帯だったのですが、ここの田んぼでも鹿児島県内のあちこちでみられるように、田の神像がいくつかあったそうです。

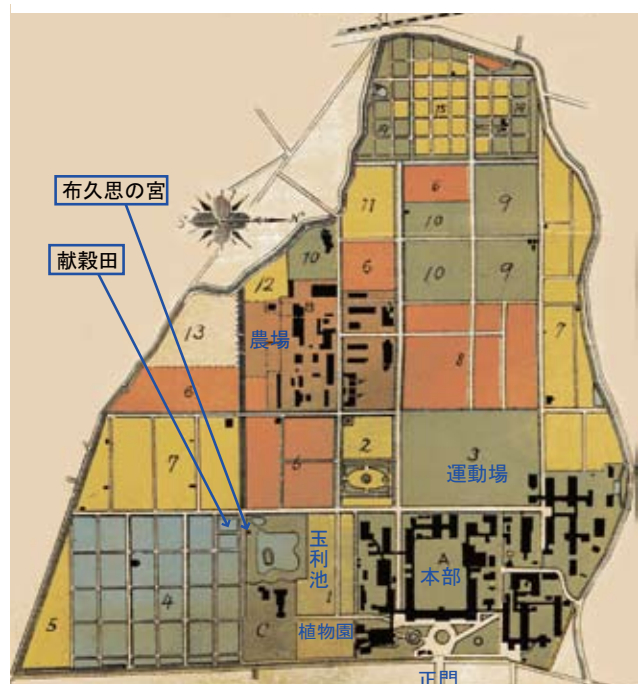
田の神信仰は南九州の農村でみられ、よくタノカンサアと呼ばれる石像を作って祀っています。江戸時代の後半期、18世紀後半につくられたものが多いようです。

田の神1 学校創設時、校内にあった田の神は布久思の杜に集められたそうです。その一つが田の神1です。江戸後期～明治時代のものと思われます。



布久思の宮

田の神2 布久思の杜にはもう一つ田の神があります。これは今、「地神」という小さな石碑が乗っている台座の上にもとあったものです。高等農林学校



鹿児島高等農林学校 昭和11～12年



元・田の神2の台座、奥に祠台座がある



田の神1



田の神2

の秋の行事、神嘗かんなめ祭さいのとき、講堂で行われる田の神舞の姿を写したもので、大正14～15年頃に事務員（書記）の白浜さんという方が彫ったものだそうです。

献穀田 布久思宮の祠の前は学校農場の水田で、約

1反がここでの収穫米を神にささげる献穀田けんこくてんだったそうです。現在、稲盛経営アカデミーの建物が建った場所です。献穀田での田植えの風景の写真には小さく田の神1も写っています。

祠や田の神は戦後、学校内での宗教の追放によって、土の中に埋められたそうです。いま、田の神2体がまた姿を現しているのもいつの間にか土の中から現れたようです。ただ、元場所には戻っていません。祠はまだ埋まっているのでしょうか。

童女の墓 なお、高等農林以前のもので気になるものがもう一つ。植物園の中になぜか、江戸時代の女の子の墓石があります。江戸後期のものです。さて、今でこそ植物園はうっそうとしていますが、明治の開校以後、この植物園は植物分類に則って近代的に整備されていました。第二次大戦中・戦後は人手不足で荒れていた時期があるとのことですので、よくわかりませんが、これも学校創設以前にこの地にあり、布久思の宮付近に集められていたものの一つが戦後でできたものなのかも知れません。

荒田の風景 構内における埋蔵文化財調査によって郡元キャンパスには弥生時代以来、水田や農村集落が営まれたことがわかっています。これらは農耕社会の残影として、長らく「荒田」と呼ばれた鹿児島大学のキャンパスも歴史の中にあることを偲ばせてくれる歴史遺産です。



布久思の宮 祠の台座



高等農林学校の神嘗祭



献穀田の田植え祭（奥が布久志の杜）



布久思の杜の現在（左の写真と同じ場所）



童女の墓石