

世界遺産ガラパゴスの自然をたずねて

——その固有な生態系と外来植物防除の取り組み——

科学技術振興調整費 重要課題解決型研究
「外来植物のリスク評価と蔓延防止策」プロジェクトチーム
村岡哲郎*, 榎本 敬**, 藤井義晴***

* (財) 日本植物調節剤研究協会 ** (国) 岡山大学 *** (独) 農業環境技術研究所

1. はじめに

ダーウィンの著書「ビーグル号航海記」の舞台として有名なガラパゴス諸島は、火山島として誕生して以来、数百万年にもわたり一度も大陸と地続きになったことがなく、その地理的隔離により島固有の生物種が豊富なことで知られ、自然環境を対象とした国連の「世界遺産」として世界で最初に登録された場所でもある。このガラパゴス諸島も、近年は農業や観光などの人間活動に伴う多くの外来動植物の侵入に悩まされてきた¹⁾。しかし、チャールズ・ダーウィン財団の研究者らにより、これらの外来植物を除草剤を活用した方法によって駆除したとの報告²⁾がなされており、ガラパゴス国立公園は、除草剤の利用も含めた公園内における植生管理マニュアル³⁾を策定しホームページ上に公開している。

筆者らは、文部科学省のプロジェクト研究「外来植物のリスク評価と蔓延防止策」(平成

17～19年)の中で、わが国の自然生態系を保全することを目的とした実用的な外来植物の駆除方法を検討していることから、プロジェクトリーダーである藤井と植物分類の専門家である榎本、そして除草剤の専門家である村岡の3名でガラパゴス諸島を訪問し、その固有な生態系における外来植物の侵入状況とその対策状況について調査を行い、わが国における外来植物対策の参考に資することとした。

2. ガラパゴス諸島の植生と外来植物の侵入状況

1) ガラパゴス諸島の植生の概要

筆者らは2006年9月11日に成田を出発、米国のアトランタ、エクアドルの首都キトを経由し、35時間後にエクアドル本土の西方約1000キロの太平洋上に位置するガラパゴス諸島(図-1)に到着した。ガラパゴス入島に際しては、まずキトの空港でガラパゴス行きの乗客の荷物の中に植物(特に果物)の種子が入っていないかどうか係員によってチェックされ、ガラパゴス入島時にも果物などの持ち込みがないか口頭質問された。また、空港内の到着客が歩く通路には、靴の裏に付いた植物の種子を払い落とすためのシートが敷かれていた。しかし、このレベルのチェックでは、荷物に紛れ込んだり衣服に付着したりした小さな種子などは簡単に入り込んでしまうのではないかと考えた。



図-1 ガラパゴスの主な島々

大小十数個の島々からなるガラパゴス諸島は、赤道直下にあるにも関わらず、南極から流れてくる寒流の影響を受け、海岸近くにおける平均気温は、最高となる雨季の3月で29℃前後、最低となる乾季の9月で23℃前後と一年を通じて穏やかなものとなっている。ガラパゴスの植生に最も影響を与えている要因は‘降水量’である。寒流の影響で周辺の海水温が低く海面からの水蒸気の発生が少ないため平地に降る雨の量は年間500mm前後と少ない。特に乾季にはほとんど雨が降らないため、海岸近くの植生はサボテン類などの多肉植物やイネ科植物などの耐旱性のある植物が中心となっている。一方、島の中央部に位置する高山帯（訪れたサンタクルス島とサンクリストバル島には700～800m級、他のフェルナンディナ島やイザベラ島には1500～1700m級の山がある）は、常に雲がかかった状態で湿度が高く、木本性のキク科の固有植物であるスカレシア類 *Scalesia* spp. をはじめとする多種類の植物からなる植生となっている⁴⁾。そして、しばしば訪れるエルニーニョ現象は海水温の上昇に伴って平野部にも多くの雨を降らせ、逆に、ラニーニャ現象は海水温の低下に伴って高山帯にも乾燥を拡げることにより、これらの特徴的な植生帯に大きな変動を与えている。

ちなみに、ガラパゴス諸島の大部分は国立公園になっており、舗装道路は極めて限られた場所にしか作られておらず、人は国立公園外の限られた場所に集まって生活している。

2) バルトラ島

筆者らが最初に到達したバルトラ島は、直径数キロの小さな島であり、第二次大戦時にアメリカ軍が空港建設のために島の原植生の大部分を破壊してしまったという説明を現地ガイドから受けた（ガラパゴス諸島では自然保護のため

公式ガイドの案内なしでは島を回ることが出来ないで、元農務省に所属していた現地出身のバイロン・フォンセカ氏にガイドを依頼した）。この島は全体が海拔100m以下の平坦な島であることから、年間降水量は200mm前後と極めて少なく、ごろごろした赤い溶岩の中にガラパゴスウチワサボテン *Opuntia galapageia*（写真-1）や多肉質の葉を持つマメ科の *Parkinsonia aculeata*（写真-2）などが散在する荒涼とした風景を呈していた。しかし、地面には枯れたイネ科植物が一面を覆っていたことから、雨季になれば一時的に緑色の草地が広がるのであろうと推察された。

バルトラ島の飛行場付近には、あの有名なダーウィンフィンチ（ダーウィンが進化論を提唱する根拠となった島ごとにくちばしの形が異なるアトリ科の小鳥）が、ダーウィンが訪れた時そのままに、人を全く恐れることなく戯れていた（写真-3）。その後ガラパゴスで出会った様々な野生動物たちについても、日本のおどおどとした野生動物たちとは違い、人を恐れないのがとても印象的であった。これは、ガラパゴス国立公園では、入島する全ての観光客に対し、野生の動植物やその住みかとなる自然環境に「触らない」「移動しない」「持ち込まない」「持ち出さない」ことを基本として、自然をそのままの状態で見学し保全するルールが長年にわたって徹底して義務づけられていることによる成果である（おかげで筆者らも植物の標本採取がいっさい出来なかったが・・・）。この徹底されたルールによって、観光客は間近で貴重な野生動物をじっくりと観察することができるので、わが国の国立公園などにおいても是非とも実践して欲しいものと思った。

3) サンタクルス島



写真-1 ガラバゴスウチワサボテン
Opuntia galapageia



写真-2 多肉の葉を持つマメ科植物 *Parkinsonia aculeata*

バルトラ島には飛行場以外の施設は何もないため、小舟で海峡を渡り隣のサンタクルス島に移動した。サンタクルス島の海岸にはヒルギ類からなるマングローブ林が広がっていて、多数の野生のペリカンが群れていた。港に上陸した筆者らは、トラックタクシーをチャーターし、島の反対側にある宿泊ホテルのあるプエルト・アヨラの町まで島を縦断した。総延長42kmのこの縦断道路はガラパゴス諸島の中で最も長い舗装道路であり、道の両側には平地から高山に向かって段階的に変化する自然植生が続いていた。

平地付近の半乾燥地帯には、バルトラ島でみられた多肉植物に混じって日本でも販売されているミニトマトとよく似たガラバゴストマト



写真-3 進化論で有名なダーウィンフィンチ

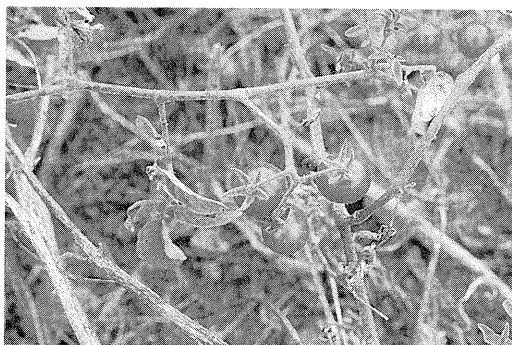


写真-4 固有種のガラバゴストマト
Lycopersicon cheesmanii

Lycopersicon cheesmanii (写真-4) や黄色の花をつけるワタの仲間の *Gossypium darwinii*, 乾燥に強く芳香を放つ木本類 *Bursera malacophylla* などのガラパゴス固有種が見られたが、パッションフルーツの仲間で繁殖力の強い植物のクサトケイソウ *Passiflora foetida* (写真-5)

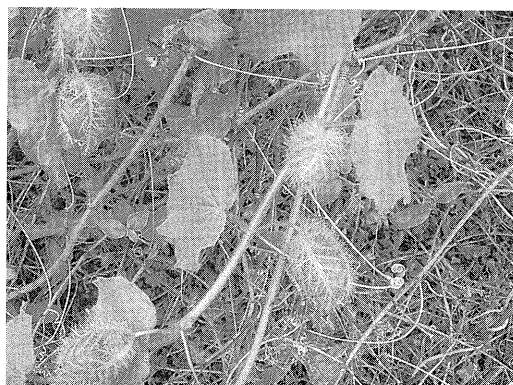


写真-5 繁殖力旺盛な外来種のクサトケイソウ
Passiflora foetida

や野生キュウリの仲間である *Cucumis dipsaceus* (写真-6) などの外来植物も見られた。

一方、中央部の高山地帯には、代表的な固有種である木本性のキク科植物スカレシア類 (写真-7) やサンショウの仲間の *Zanthoxylum*



写真-6 野生キュウリの仲間の外来種
Cucumis dipsaceus

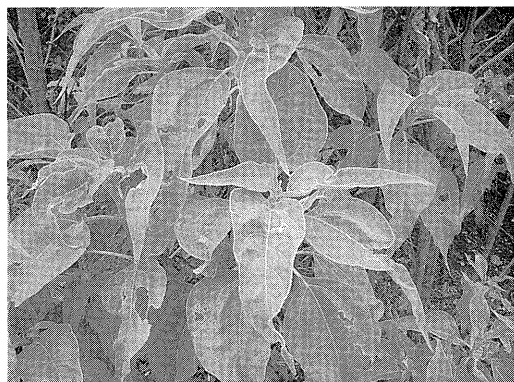


写真-7 代表的な固有種である木本性のキク科植物スカレシア類

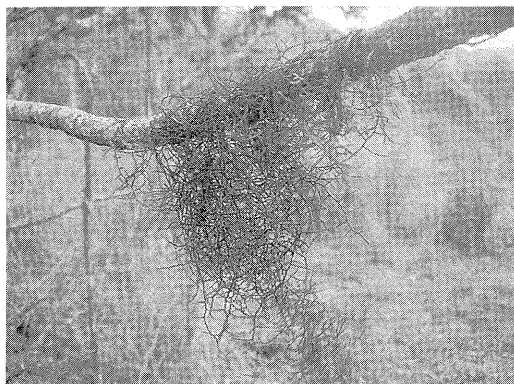


写真-8 スカレシアの枝にぶら下がる地衣類

fagara などからなる森林が見られた。この一帯は常に霧がかかっていて湿度が高く、スカレシアの枝にはサルオガセの仲間の地衣類がぶら下がっていた (写真-8)。また、頂上付近には大きな噴火口 (写真-9) があり、そこに通じる歩道沿いには、訪れる観光客が種子を運んできたと思われる外来のオオバコ類 (写真-10) など認められた。

峠を越えてプエルト・アヨラに近づくと、国立公園外の農村地帯の道端には、観賞用に導入したと思われるナス科のエンゼルトランペット *Brugmansia candida* や果樹として導入したグアバ *Psidium guajava*, アボガド *Persea americana*, 牧草として導入したと思われるイネ科のネピア



写真-9 サンタクルス島の頂上付近にある大きな噴火口



写真-10 観光客が種子を運んできたと思われる外来のオオバコ類



写真-11 港町プエルト・アヨラに停泊する多数の観光用クルーザー



写真-13 港にひしめく大きくて真っ赤な体をしたカニ

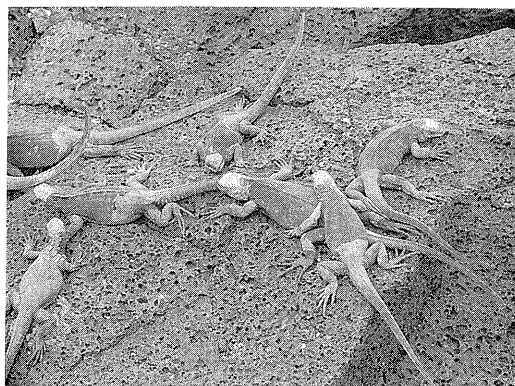


写真-12 港の岸で戯れるウミイグアナたち

グラス *Pennisetum purpureum*, 1枚の葉から多数の無性芽を出して再生するセイロンベンケイソウ *Kalanchoe pinnata* (俗称ハカラメ) など繁殖力の強い大型の外来植物が多く認められ、人間の活動に伴って外来植物が侵入することを強く実感した。

サンタクルス島の南端にある港町プエルト・アヨラは、ガラパゴス観光の拠点となっており、港には宿泊施設を兼ねた観光用のクルーザーが多数停泊していた(写真-11)が、その岸壁には1835年にダーウィンが上陸した時にみた光景そのままに、奇怪な姿をしたウミイグアナ(写真-12)や大きくて真っ赤な体をした縦に歩くカニ(写真-13)が多数ひしめいていた。

4) サンクリストバル島

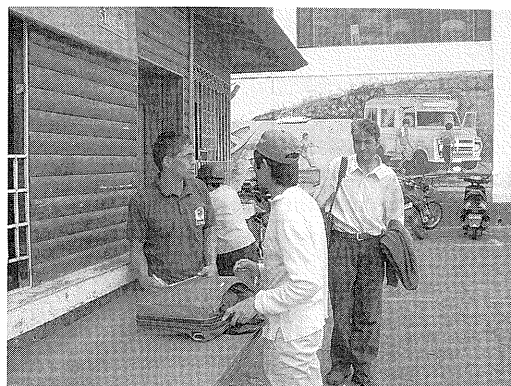


写真-14 乗船前の手荷物検査

プエルト・アヨラのホテルに一泊した翌日、筆者らは港からモーターボートに乗り込み、ガラパゴスの政治の中心地であるとともに農業が盛んなサンクリストバル島へ渡ることにした。乗船前には係員による手荷物検査(写真-14)があり、島から島の移動の際にも果物の種子などの繁殖可能な植物体の移動が規制されていた。しかし、このチェックレベルも入島時のものと同様、思っていたより厳しいものではなかった。

途中、船のエンジン故障やクジラとの遭遇などのハプニングもあったが、4時間以上の船旅の後、サンタクルス島から約100km離れたサンクリストバル島の港に到着した。港では、たくさんの愛らしい野生のガラパゴスアシカたちが日向ぼっこをしながら我々を出迎えてくれた。

実は現地ガイドをしてくれたフォンセカ氏のお父さんがこの島で農園を営んでいるということであったので、早速、訪ねてみることにした。その個人経営の農園は市街地から数キロ離れた山手の傾斜地にあり、複数の作物を混植したのであった。農園内には、コーヒーを中心として、オレンジ、バナナ、アボガド、キャッサバなど多くの作物が混植されていた。(なお、ガラパゴス島は知られざるコーヒー栽培適地で、スーパーマーケットで販売されているコーヒー豆は上質であった。) また、オレンジやアボガドの木はその高さがゆうに10mを超えて農園全体を覆っており、コーヒーなど他の作物はその下の半日陰状態で生育している状況にあった。ガラパゴスでは1950年代に政府が無農薬栽培を



写真-15 鳥が種子を拡散させるブラックベリー
Rubus niveus



写真-16 サンクリストバル島の道路沿いに繁茂するランタナ *Lantana camara*

推奨したこともあり、この農園でもそれ以来、有機栽培に取り組んでおり、除草剤を含めて農薬を一切使用していないということであった。そして農園内で問題となっている雑草としては、ブラックベリー *Rubus niveus* (写真-15)、グアバ、ランタナ *Lantana camara*、セドレラ *Cedrela odorata* などの繁殖力の強い木本類であるとのことであった。

翌14日には国立ガラパゴス研究所の中央事務所を訪問し、今回われわれが外来植物プロジェクトの関係で訪れたことを伝え、研究所長から、今後、両者の間で共同研究が行われるよう期待したいとお言葉をいただいた。

その後、国立公園内にある火口湖Lago Juncoまで車を走らせたが、途中、市街地から農村地帯にかけての道路沿いには、ランタナの大群落(写真-16)が続き、強い毒性成分を持つナス科のエンゼルトランペット(写真-17)や野生化したグアバ、アボガド、オレンジなども多数認められた。ランタナはもともとトゲのない品種が観賞用として導入されたとのことであるが、雑草化しているのはいずれもトゲのある個体であるのが興味深かった。また、農村地帯を抜けた高原には放牧地帯が広がっていたが、その道沿いにはブラックベリーが、牧場内には樹高10m近いフトモモ科の外来木本類である *Syzygium*

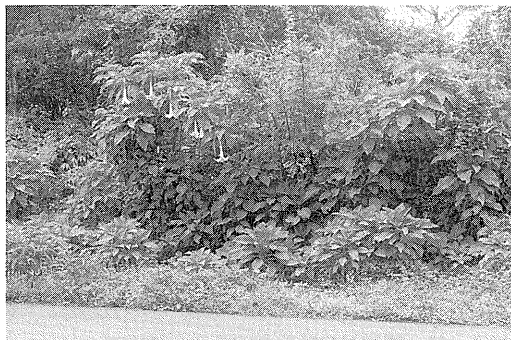


写真-17 強い毒性分を持つナス科のエンゼルトランペット



写真-18 フトモモ科の外来木本類 *Syzygium jambos* *jambos* (写真-18) がともに大群落を形成していた。

放牧地の先の山頂部に目的地のLago Juncoがあった。霧に包まれたとても神秘的な湖で、その周辺は固有種のノボタン類 *Miconia robinsoniana* で一面が覆われていた。実はこの場所は以前、ブラックベリーやグアバなどの外来植物に著しく侵略されていたが、2000年から開始した駆除活動によって見事に在来植生の再生に成功した⁵⁾とのことである。

UNDP出張所とチャールズ・ダーウィン研究所を訪問

サンタクルス島に戻った筆者らは、夕方、プエルト・アヨラにある国連開発計画(UNDP)の出張所で外来種プロジェクトのコーディネーター

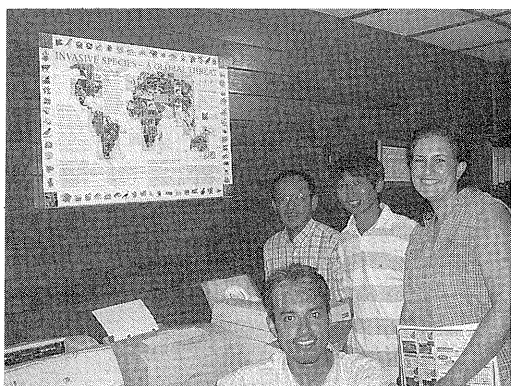


写真-19 国連開発計画(UNDP)出張所にて
右端が外来種コーディネーターのアナ氏、手前が
ガイドのフォンセカ氏

を務めるアナ・サンチョ氏を訪ねた(写真-19)。現在、外来生物防除に関する国連のプロジェクト(外来種の侵入防止策の実施、生物種データベースの作成、外来種の駆除、農業なども含めた総合管理計画の作成など)を6年計画で実施しており、すでに山羊の駆除などで成功を収めつつあるとのことであった。また、外来植物防除に関してはチャールズ・ダーウィン財団の研究所(CDRS: Charles Darwin Research Station)に資金を提供して実施しているので、詳細については研究所の担当者にたずねるようアドバイスを受けた。

翌15日、プエルト・アヨラの市街地のはずれにあるCDRSを訪問し、植物部門における外来種駆除プロジェクトのリーダーであるレイチェル・アトキンソン博士らと面会した(写真-20)。そして、関係の研究者らにも集まっていたが、まずレイチェル氏から彼女らが実施しているプロジェクトの概要説明があり、次に当方の外来植物プロジェクトに関する概要説明を行い、お互いの研究情報を交換した。

CDRSが行っているプロジェクトの流れとしては、①ガラパゴスの外来植物のデータベース作り→②雑草リスクアセスメント→③防除すべき



写真-20 チャールズ・ダーウィン研究所(CDRS)にて
左からレイチェル氏、榎本、藤井、村岡

種の順位付け→④最適な防除方法の検討→⑤重要な侵略外来植物種の試験的な駆除となっている。ガラパゴスにおける植物種のデータベースは近いうちにホームページ⁶⁾上にて公開予定であるが、外来植物の種数は現在700種以上とすでに在来植物（固有種および広域在来種）の種数（約600種）を上回っており、外来植物はサンタクルス島で500種以上、イザベラ島で300種以上、サンクリストバル島で200種以上と人間が住んでいる島で特に多くなっている。ガラパゴスにおける雑草リスク評価は、オーストラリアで用いられている方法を応用して行っていて、ブラックベリーやギンネム *Leucaena leucocephala*、リュウゼツランの仲間の *Furcraea hexapetala* などが根絶すべき種として挙げられている。これまで試験的な駆除を行った例として、除草剤を用いたブラックベリーの類 (*Rubus* spp.) やアカキナノキ (*Cinchona pubescens* (写真-21)) の駆除が紹介された。アカキナノキは、世界の外来侵入植物ワースト100に選定されている問題植物であるが、元来、マラリアの特効薬であるキニーネを抽出するために第二次世界大戦後にガラパゴスに導入された有用植物である。しかし、侵略的性質が強く、ガラパゴスにおいては、固有種のノボタン類 (*Miconia*)



写真-21 再生力が強いアカネ科の外来木本
アカキナノキ

などを抑圧することから問題となっていた。アカキナノキは地上部を刈り取ってもすぐに切株から再生してくるその旺盛な繁殖力によって急速に国立公園内の在来植生を覆い尽くしていったため、緊急の駆除試験が行われた。その試験現場は国立公園内の山頂付近にあり、多数の立ち枯れしたアカキナノキと生き生きと回復した在来植物（固有のノボタン類など）がとても対照的であった（写真-22）。ここでの駆除は、アカキナノキの株基部にナタで傷を付けた後、20倍に希釈したCombo（ピクロラムとメトスルフロンメチルの混合剤）を注入する樹幹注入処理を用いて行われていた。このユニークな処理方法を用いることにより、周辺の有用な植物に与える影響は最低限に抑えられ、急速な在来植生の回復が実現されていた。この防除作業にかかった費用は1ヘクタール当たり200ドルということで、ガラパゴス諸島全体におけるアカキナノキの発生面積から考えると、全てを根絶するには800万ドルの防除費用が必要となると試算されていた。1ヘクタール当たり200ドル（1㎡当たり2円強）という額は、日本の農地における除草剤を用いた防除費用とほぼ同等であり、道路や鉄道周辺などで行われている草刈り費用（1㎡当たり50～100円）と比べればはる



写真-22 立ち枯れしたアカキナノキと見事に回復した在来植生

かに安価である。ちなみに、ガラパゴス入島時には外国人観光客は1人当たり100ドルという高額の入島料を支払う必要があるが、この入島料の大部分は、主に国立公園内の動植物の保全事業などの管理費用に充てられている。2004年の統計では1年間に7万人を超す外国人観光客が訪れているということから、入島料の合計額は単純計算で700万ドル(およそ8億円)にも達し、ガラパゴスの自然を保全するための大きな資金源になっている。

また、国立公園内で除草剤を使用する際、それに対して反対する人はいなかったのかという質問に対し、レイチェル氏の回答は、「反対する人も一部にはいたが、アカキナノキのような強力な外来植物の増殖を止める手段は他になく、除草剤を使わなければガラパゴスの貴重な固有植物が絶滅するおそれがあったため、使用に踏み切った。除草剤の環境影響については、まず文献による情報を収集して使用する除草剤や使用方法を決定し、実際に使用した現場で植生調査などを継続的に行うことで、生態系への安全性を証明している」ということであった。

ちなみに現在、ガラパゴスで使用されている除草剤は、前述のComboの他、Roundup (グリホサート単剤)、Rambo (メトスルフロンメチル単剤)の3種類であるが、イネ科専用駆除剤としてGalant (ハロキシホップメチル単剤)の利用も検討中であるということであった。

会談後、筆者らは今後のお互いの協力を誓い合ってダーウィン研究所を後にした。

紹介が遅れたが、ダーウィン研究所の敷地内では、稀少なガラパゴスゾウガメ(写真-23)やリクイグアナの保全事業(島ごとの固有種の保護・繁殖・野生化事業)が行われており、さらに敷地全体が在来植物を集めた植物園となっ

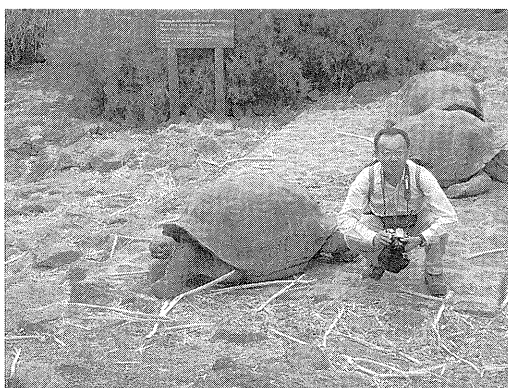


写真-23 ガラパゴス諸島の名前の由来となったガラパゴスゾウガメ

ていて、多種の固有種や広域在来種が栽植されていた。ただ、これら在来植物の中には、*Cryptocarpus pyramidalis* のように外来種にも劣らず生育が旺盛で固有種のサボテン類などを覆ってしまっているものもあり、また、日本で特定外来生物に指定されているナガエツルノゲイトウと同種の *Alternanthera* 属植物も固有種として数種存在し、島内各地で旺盛に生育していた。前出のキク科の灌木スカレシア (*Scaevola*) も固有種であるが、厳しい環境に適応して優占種となっているので、これらが他の地域に導入されると大繁茂して問題となる外来植物となる可能性もある。多様な植生を守るためには、このような繁殖力の強い在来植物に対してもある程度、人間による管理を加える必要があるのではないかと感じた。

おわりに

今回の調査で、榎本は *Flora of the Galapagos Islands* (1971)⁷⁾ および *Flowering Plants of the Galapagos* (1999)⁸⁾ のいずれにも記載のない外来種と考えられる雑草類を数種類発見した。

また、藤井がガイドのフォンセカ氏にサントイッチ法によるアレロパシーの検定手法を伝授し、現地で収集した固有種と外来種のアレロパ

シーの比較調査を依頼したので、これらの結果についても近いうちに報告する予定である。

現在、わが国においては、‘東洋のガラパゴス’と呼ばれる小笠原でアカギやギンネムなどの外来植物が在来植生に対して深刻な影響を与えている。その他にも国内のありとあらゆる場所で外来植物による在来植生の圧迫が起こっていることは周知の事実である。この現状をいつまでも黙認しているだけではなく、国立公園のような在来植生を守るべき場所については、外来植物の侵入防止と駆除が早急に実施されるべきであろう。そのためにも、今回の外来植物プロジェクトにおける実用的なリスク評価と防除方法の確立が強く求められる。

引用文献

- 1) Galapagos Invasive Species (<http://www.hear.org/galapagos/invasives/>)
- 2) Christopher E. Buddenhagen, Jorge Luis Renteria, Mark Gardener, Sarah R. Wilkin son, Monica Soria, Patricio Yanez, Alan Tye, and Rene Valle (2004) The Control of a Highly Invasive Tree *Cinchona pubescens* in Galapagos. *Weed Technology*. 18, 1194-1202.
- 3) Identificacion y Manejo de malezas en las islas Galapagos (http://www.darwinfoundation.org/downloads/guia_ID_Manejo_Malezas.pdf)
- 4) Syuzo Itow (2003) Zonation Pattern, Succession Process and Invasion by Aliens in Species-poor Insular Vegetation of the Galapagos Islands. *Global Environmental Research*. 7, 39-58.
- 5) Botany Department of Charles Darwin Research Station (2003) Plant Research for Conservation in Galapagos. *Charles Darwin Foundation*, Galapagos. 52pp.
- 6) チャールズ・ダーウィン財団ホームページ: <http://www.darwinfoundation.org/>
- 7) Ira L. Wiggins and M. Porter (1971) Flora of the Galapagos Island. *Stanford University Press*, Stanford, California, U.S.A. 998pp.
- 8) Conley K. McMullen (1999) Flowering Plants of Galapagos. *Cornell University Press*. Ithaca & London. 370pp.

牧草・毒草・雑草図鑑

定価 2,940円
(本体2,800円+税5%)

編著：清水矩宏・宮崎茂・森田弘彦・廣田伸七

B6判 288頁 カラー写真 800点

牧草・飼料作物80種、雑草180種、有毒植物40種を収録した畜産のための植物図鑑

発行／社団法人畜産技術協会

販売／全国農村教育協会 電話 03-3839-9160 FAX 03-3839-9172