

基調講演 1

「ガラパゴス諸島—進化と生態の実験室」

—伊藤 秀三（長崎大学名誉教授）—

○奥村（司会） では、引き続きまして基調講演に移らせていただきます。

まずは、長崎大学名誉教授でいらっしゃいます伊藤秀三先生のご講演を賜りたいと思います。

伊藤先生は、新書「ガラパゴス諸島」の著者でもあられ、日本のガラパゴス研究の第一人者でいらっしゃいます。ご専門は植物学ですが、ガラパゴスにありますチャールズ・ダーウィン研究所（以下、「ダーウィン研究所」）での研究をされたご経験もお持ちで、渡島歴は十数回に上ると伺っております。

本日は「ガラパゴス諸島—進化と生態の実験室」と題しまして、ガラパゴスの概要とその魅力、注目される理由などにつきまして、生物学の研究者の視点からお話しいただけると伺っております。では、伊藤先生よろしく願いいたします。

○伊藤 ただいま紹介いただきました長崎大学OBの伊藤です。日本で最初のガラパゴスシンポジウムでお話しできることを大変光栄に思います。

振り返ってみますと、私が最初にガラパゴスに行ったのは1964年、東京オリンピックの年でした。37年前です。^{はるばる}遙々と来たものだという感慨^{かんがい}を持ちました。当時のガラパゴスと今のガラパゴスと比べると、大変な変わりようです。当時は、ガラパゴスへ行く交通手段がなかったので、サンフランシスコから船で行きました。都合よく、サンフランシスコから海洋科学アカデミーの練習船でタヒチへ行くのがあり、それがガラパゴスへ立ち寄っていきます。それに乗せてもらって行ったのが最初でした。サンフランシスコから10日間、楽しい船旅でした。

当時ガラパゴスについては、ビーブの「ガラパゴス」という本がありました。それはチャールズ・ダーウィン（Charles Darwin, 1809-1882）の「ビーグル号航海記」⁶に次いで、ナチュラルヒストリーを書いた大変有名な本でした。その副題に「ガラパゴス— World's End（世界の果て）」と書いてありますが、まさに当時は「世界の果て」という感じがしました。そのときはダーウィン研究所の落成式に合わせて行ったのですが、ダーウィン研究所をつくるきっかけとなったユネスコの調査が1957年に行われました。その報告書の

⁶ イギリス海軍の木造帆船軍艦ビーグル号の南アメリカ、太平洋地域調査探検の公開記録を日記の体裁でまとめたもの。

著者は、ガラパゴス諸島は「太平洋のノアの方舟^{はこぶね}」と書いています。

「ノアの方舟^{はこぶね}」というのは、旧約聖書の創世記にある物語だそうです。世に悪が満ちたときに、神はノアに命じて船をつくらせ、それに、ひとつがいつつの生き物を乗せさせた。そうしたところ、洪水が起きて悪に満ちた世界は死に絶え、ノアが船の上に乗せた動物だけが生き残り、洪水が引くのを待つという物語です。洪水が引いたときに、神はノアたちに祝福を与える。「産めよ、増えよ、地に満てよ」。まさにガラパゴスは、小さな火山島にやっ^{たど}と^つり着いた動植物が、そこで産んで、増えて進化した、その場所です。

ダーウィンは「ビーグル号航海記」の中ですでに、この群島は南アメリカ大陸の衛星であると書いています。そしてまた、それは一つの完結した宇宙であるとも書いています。衛星であり、また宇宙であり、また「太平洋のノアの方舟^{はこぶね}」、それが「世界の果て」にあったというのは、当時の私にとっては大変刺激的な言葉でした。

国際的な寄金によってダーウィン研究所がつけられたのは、当時からすでに生物学の世界では、この群島の生物が大変注目を浴びていたからです。私もそれにちなんで、1966年に出した著書「ガラパゴス諸島」に、『進化論』のふるさと」という副題をつけました。なぜそう呼ぶ価値があるかということ、今日はお話したいと思います。

皆さん、こういうことを考えてみて下さい。微生物を研究するときはシャーレを滅菌^{めっきん}し、その中に微生物を植え込んで雑菌^{ざっきん}が入らないようにして繁殖させます。火山島の上では、生物は海を越えて運ばれてきて、島の中に閉じ込められて、ちょうどシャーレの中に純粋培養^{じゅんすいばいよう}された微生物のような状態で生態系を形作ります。そこでは、大陸で見る多くの生物がつくっている生態系とは違って、非常に単純化された生態系を見ることができます。どのように単純化されているか、その結果、どのように変わっているかというのを、まずお話したいと思います。

今日の講演には「進化と生態の実験室」という副題をつけていますが、これから、その実例を三つのキーワードを使いながらお話しします。

最初のキーワードは「固有種」です。ガラパゴスでは島ごとに独特の固有生物が進化していて、生物全体に対して固有種の割合がどのくらいあるかというのが「固有種率」です。先ほどマルセロ・アビラ閣下^{かっか}のお話にもありましたが、ガラパゴス諸島では多くの固有種が進化し、高い固有種率が認められます。

第二番目のキーワードは、「適応」です。それは、環境に対して生物が調和している姿です。閉じ込められた狭い生態系の中で、どのように環境に適応して進化してきたかという話です。適応というのは、進化を語る上にどうしても欠かすことのできないキーワードです。

第三番目は、生態と進化の両方にかかわることですが、「ニッチ」というワードです。「生態的地位」とも言います。生態学では普通に使う言葉ですが、日常では使わない言葉ですので、少し説明をしておきます。「ニッチ」と言うのは、生物が生きる場のことです。例えば湿潤な環境に棲む生物もいる、乾燥した環境に棲む生物もいる。どのような環境に棲むか、その棲み場所でどうやって生きているかということです。例えば、土の中で生きているのか、草として生きているのか、木として生きているのか、あるいは草や木を食べる動物として生きているのか、動物を食べる動物として生きているのか、生物の生きる場、それを「ニッチ」と言います。

この三つのキーワードを使いながら話していきたいと思います。

[スライド (19~37 ページ参照)]

[スライド1] ガラパゴスは火山でできた島です。ガラパゴスは太平洋の東の端、赤道直下にある火山島です。流れて固まったばかりの溶岩の上には、生命は全く存在しません。大陸から生物が何らかの手段で辿り着いて、その上で進化したのです。火山がガラパゴスの原型です。

地図の上では、この場所がガラパゴスです。私はサンフランシスコからこのルートを通って行きました。

[スライド2] 拡大した地図で見るとガラパゴスには 16 個の島があります。ダーウィン研究所と国立公園管理事務所は、アカデミー湾の岸边にあります。

[スライド3] 島ごとに異なる種類が進化しているのを、ウチワサボテンとキクの仲間のスカレシアの例で話します。このウチワサボテンのそばに人が立っています。背丈の高いサボテンで、枝が下がります。

[スライド4] 隣の島へ行くと枝が立ちます。二つの島は、こちらから向こうが見えるぐらい近い距離です。

[スライド5] さらに別の島の種類では、幹が立ち上がりません。こういうふうには、島ごとに独特の種類が進化している、これがガラパゴスです。

[スライド6] これはキクの木です。キクというと、皆さんはコスモスやタンポポを思い浮かべるでしょう。ところがこれは、人の背丈ぐらいの灌木です。キクですから、ちゃんとキクの花を咲かせています。このグループはスカレシアと言われるキク科植物で、幾つか種類があります。

[スライド7] これが樹木性のキクです。人の背丈と比べてみてください。世界中でガ

ラパゴスにしかないスカレシアペデュンクラータという種類です。実はガラパゴスには、肥沃な土地がありながら、生えるべき樹木がなかった。そういう環境で、木の真似をすべく草が木の形に進化した。それがこのスカレシアという木です。見た目には樹木ですが、実は草の性質を持っていて、種子を蒔いて発芽させると、その年に花が咲いてしまう。これは草の特徴です。普通の木では“桃栗3年、柿8年”というように、花が咲くまでに長い年月がかかりますが、この植物は芽が出た年に花が咲く。しかし枯れないで成長しつづけて、何年かあとには高さ12mになります。

〔スライド8〕 幹の直径は15cmにもなりますが、私が見た一番大きいものでは直径29cmでした。ガラパゴスには木を育てる環境がありながら、生えるべき樹木がなかった。すなわち樹木の「ニッチ」、樹木の生きる場はあっても、それを埋めるべき植物がなかった。そこへ草から進化してできたのがスカレシアです。

〔スライド9〕 スカレシアは全部で15種類あります。3種が樹木になる種類で12種が低木です。切れ込みのある葉を持つ灌木性のスカレシアもあります。これらはすべて同じ祖先から進化して、あるものは乾燥地で灌木になり、あるものは山の高いところで肥沃な土地に森林を形づくる、そういうスカレシアがガラパゴスには進化しています。

〔スライド10〕 植物全体の中に固有な種類が何種あるか、そのパーセンテージが「固有種率」です。種子植物を見ますと、帰化植物は除いて、自然の野生種は436種類ありますが、そのうちの223種類がガラパゴス固有の植物です。固有種率は51%になります。このように、全体に対して半数以上が固有種という場所は——ハワイはこの例ですが、世界でそう多くはありません。

興味深いのは、胞子で増える植物——シダやコケ、キノコです。全体で平均すると、7%という低い固有種率です。種子で増える植物では51%でした。これが、狭い島の中に閉じ込められ純粋培養された生態系の姿です。

〔スライド11〕 この小さな鳥はマネシツグミです。この島では鋭い嘴の種類ですが、隣の島へ行くと短い嘴になります。島ごとに違った種類が進化しているのです。さらに、この鳥は自分たちの種族を維持するために特別なことをやります。狭い島の上で生きているのですから、何か異変があったときでも生き残らないと滅びてしまいます。そのためには、なるべく多くの子孫を残しておかなければなりません。大雨が降るエルニーニョが来たときには、大変な環境の変化が起きます。ラニーニャ現象では反対に極端に乾燥します。そういうときに生き残るために、特別な繁殖方法を使います。メス親は卵を産んだあと、ヒナを育てるのに自分だけが掛かりきりだったら、少ししか繁殖できませんので、同じ繁殖期のうちに、ヒナの世話を自分の娘に手伝わせます。娘がえさを運んできてヒナに与え、

糞を巣から持ち出す、こうしたヒナの世話を、前年に産んだ自分の娘にまかせて、親は同じシーズンの中で次の卵を産んで、またヒナを育てる。それもまた娘に世話をさせて、さらに次の産卵をしてヒナを育てる。というように、たくさん産んでたくさん育てるということをやっ、この小さな生態系の中で進化し生き延びてきた生物であります。

〔スライド 12〕 もう一つ変わっているのは、ガラパゴスコバネウです。この鳥も、同じように限られた環境の中で生きるには多くの子孫を残さなければならない。まず、つがいは巣を作り、2個の卵を産み落とす。ヒナが生まれてしばらくたつと、そのヒナの育てをオス親に任せ、メスは離れて別のオスと別の巣をつくる。そこでまた卵を産んで、ヒナがある程度大きくなると、またそのヒナをオス親に預けて、次のところで巣を作ります。1羽のメスが大変なエネルギーを多くの子供をつくることに費やし、かつ産んだ子供を全部うまく育てるためにオス親が奮闘する^{ふんとう}という、世界でも珍しい繁殖方法をとります。こうして個体数を保ちつつ、天敵^{てんてき}のいない環境で羽を短くする方向へ進化し、小さな島の上で生き延びてきた生物です。

〔スライド 13〕 この表は固有種率をまとめたものです。陸産の貝類では 96%、すなわちカタツムリのほとんどはガラパゴスの固有種です。クモやダニの固有種率も非常に高いですね。陸上の無脊椎動物^{むせきつい}は全体で 54%です。そういう生物が生態系を形づくっているのです。

〔スライド 14〕 爬虫類^{はちゆうるい}では 100%、すなわち全種類が固有種です。営巣する鳥の固有種率は 29%、哺乳類ではネズミ類が 100%です。

〔スライド 15〕 海産生物の固有種率を見ていきましょう。海藻類で 35%です。海流が胞子^{ほうし}を運ぶから、大陸でも島でも同じ種類が生えているかと言うと、そうではありません。ガラパゴス固有のものが 35%もあります。甲殻類のエビ、カニの類^{たぐい}でも 36%。海産無脊椎動物^{むせきつい}全体で 30%の固有種率です。それらが海の生態系を形づくっているのです。

〔スライド 16〕 ガラパゴスの自然と生物を研究する拠点が、国際的 NGO (Non Governmental Organization) であるダーウィン研究所です。世界の寄金によって 1964 年に建設され、いまでも世界からの寄附金によって運営されている研究所です。

〔スライド 17〕 当時のガラパゴスは車が 1 台もない。したがって自動車道路もない島でした。当時の交通手段は馬でした。

〔スライド 18〕 先ほどの、ご婦人が馬に乗っていた場所が、いまはこの写真の通り、舗装道路の商店街です。

〔スライド 19〕 1960 年代や 70 年代初期と現在を比べたとき、もう一つの大きな変化は観光客です。野生の生物が目前に見られるというので、それを探訪する観光客が外国から

多く来ることです。観光母船に寝泊まりしながら島を巡^{めぐ}って、大事なポイントへ来ると上陸し、ナチュラルリスト・ガイドの解説を聞きます。このような観光形式はエコ・ツーリズムと呼ばれています。ガラパゴスはその先進地です。

〔スライド 20〕 昔と違って今は、ガラパゴスまで飛行機で来ることが出来るし、それだけ荷物も多く動き、人間も動きますので、帰化植物、帰化動物がガラパゴスの中に入ってきました。このグラフは7年前に私がまとめた帰化植物の増加曲線です。19世紀からの標本記録を調べて分かった増加の具合です。注目すべきは、樹木性の帰化植物があることです。日本では草しか帰化植物になりませんが、ガラパゴスでは樹木が帰化植物になって山野に広がります。

〔スライド 21,22〕 これは野生の蔓^{つる}植物、トケイソウの1種です。パッションフルーツの仲間ですが、この種はガラパゴス固有の種です。スカレシアの林の中にしか生えていない。すなわち草が進化して樹木状のスカレシアになった。そこで初めて蔓^{つる}植物の生きる場、「ニッチ」ができた。そこへ進化したのが“固有種^{つる}の蔓植物トケイソウ”です。その場所に蔓^{つる}の帰化植物が入って来た。

〔スライド 23,24〕 それがパッションフルーツの“果物トケイソウ”だったのです。“固有種トケイソウ”と“果物トケイソウ”は同じグループですが、どうしても帰化植物の方が強いですね。“果物トケイソウ”はスカレシアの木にまつわりついて花を咲かせ実をたくさん作り、どんどん増えてきました。帰化植物は困った存在です。

〔スライド 25〕 山の高いところにも帰化植物が侵入しました。そこは大変肥沃^{ひよく}な土地ですが、生えるべき樹木がガラパゴスには無く、ミコニアという灌木^{かんぼく}が進化して、そこを埋め^う尽くしていました。

〔スライド 26〕 ここに樹木性の帰化植物シンチョウナが侵入を始めました。1991年には、まだ帰化植物はそんなに多くはありません。

〔スライド 27〕 1998年には、ミコニアの純群落であった丘にシンチョウナが広がりました。これは、樹木を支える環境はありながら生えるべき樹種がなかった。その隙間^{すきま}を埋めたのが帰化植物シンチョウナだったのです。この群落の地面にはシロハラミズナギドリの固有亜種^{えいそう}が営巣する場所があります。この帰化植物が入ると、固有種の鳥が巣づくりできません。この樹木を取り除かなければ、固有植物ミコニアもだめになるし、固有の鳥もダメになるというので、今、ダーウィン研究所と国立公園管理事務所が共同でこれを駆除^{くじょ}するプロジェクトを進めています。

〔スライド 28〕 1999年、この丘のシンチョウナは完全に駆除^{くじょ}され、鳥が巣づくりを続けることができるようになりました。しかし周辺は未だ^{くじょ}駆除されていない。このままだと、

種子が広がれば、ふたたび帰化植物が入るので、全島のシンチョウナを取り尽くすというプロジェクトがいま始まろうとしています。ここまでは灌木地帯の話です。

〔スライド 29〕 さらに^{かいぼつ}海拔の高いところへ行くと、天然の草原地帯があります。プンツード山の周辺の草原にも、先ほどのシンチョウナという樹木が生えてきました。ここも樹木を支える環境でありながら生えるべき樹種がなく、その「ニッチ」を埋めたのがシンチョウナです。

〔スライド 30〕 1991年には、シンチョウナはまだわずかです。

〔スライド 31〕 ところが2001年4月には、かつては自然草原だった場所にシンチョウナが広がり、今、草原は森林に姿を変えようとしています。この島が生態と進化の実験室としてあり続けるためには、こういう帰化植物を^{くじょ}駆除しなければならないのです。幸いにも、この植物の侵入範囲はこの島だけですから、後は資金と人手が確保できれば、完全に全島から^{くじょ}駆除できるでしょう。

〔スライド 32〕 ガラパゴスでは、なぜ樹木が帰化植物となって山野に広がるのか。このグラフの横軸は、左が熱帯地方で右が北を指します。気候が温かいほど樹木の種類数が多く、寒い地方では少なくなります。しかし、火山島では、予想されるよりは樹木の種類数がずっと少ない。ミクロネシアやガラパゴスなどの火山島では、暖かさから予想される樹木種数の半分程度しか自生していないのです。樹木を支えるだけの暖かさはあっても、種類数が少ないのです。すなわち、樹木の「ニッチ」が空いているのです。樹木を支える環境はありながら、生えるべき樹木がないのです。この^{すきま}隙間を埋めるべく草から木に進化したのが、スカレシアです。またこの^{すきま}隙間に広がったのが、シンチョウナという樹木の帰化植物です。帰化植物を^{くじょ}駆除しなければ、ガラパゴスの自然生態系を保全することは出来ないでしょう。

〔スライド 33,34〕 一方では、自然植生を護るために別のプロジェクトも進めています。ある島ではヤギが野生化しています。ヤギが植生を食べ尽くす前に、まず自然植生を柵囲いし、柵の中に自然植生を保護しておいて、一方ではヤギの^{ぼくめつ}撲滅作戦を進めて行く。ヤギを滅ぼした後に、柵囲いの中に残しておいた自然植生を核にして、その島に自然を取り戻そうというプロジェクトです。これは無人島で行っていますので、柵や網や道具、もちろんキャンプ用具や飲料水まで、全部船で運んで行きます。無人島ですから、^{さんぼし}栈橋はありません。荷物を海岸に下ろして^{かいぼつ}海拔600mあたりまで、^{ゆうしてっせん}有刺鉄線や網や杭を運び上げるのです。

〔スライド 35,36〕 この写真はヤギが植物をほとんど食べ尽くしたところを示しています。この谷間には野生化ヤギが入れないように柵囲いしてあり、この中に自然植生を確保

しています。一方では、この周辺のヤギをハンターが撃ち殺す計画です。島の野生化ヤギを全部滅ぼしたときは、柵囲いの植生を核にして自然を復元しようという計画を、いま国立公園管理事務所とダーウィン研究所で進めています。すでにサンタ・フェ島などの幾つかの島では、このプロジェクトが完了して自然植生が戻ってきました。自然植生が戻れば動物も戻ってきます。そういうのを現実に見ることができるのです。

〔スライド 37〕 国立公園事務所とダーウィン研究所は、隣同士です。この二つの機関が手を携えて、自然や生物の調査研究はダーウィン研究所が進め、その成果に基づいて、どこをどう保護すべきかということがわかったときには、両方の機関が協力しながら自然保護を進めています。

島という狭い生態系の中は、かつては自然の「方舟」でした。そこでは自然の摂理のもとで進んできた、生物の進化を見ることが出来ます。それは自然の実験室、自然の摂理のもとにある実験室、ある意味では神がつくった実験室です。その意味と意義を発見したのは、19世紀の博物学者チャールズ・ダーウィンでした。今でもガラパゴスに行けば、そのような自然と生物を見ることができます。

私は、ガラパゴスの特異な自然や生物と共に、かなり壊れた自然までお話ししました。実際は壊れていないところの方がずっと広いのです。陸地の97%は国立公園として保護されています。周辺の海域もまた、沖合40海里(1海里=1.8 km)までは海洋保護区(133,000 km²)です。しかしガラパゴスの島々は、かつては自然界の「ノアの方舟」でしたが、今では帰化植物も帰化動物も人も乗せてしまった「方舟」となっています。この「方舟」をどこへ持っていくのか、もはや自然の摂理、神の摂理だけに任すわけにはいかなくなりました。我々人間はこの「方舟」を正しく導く責任を、いま背負わされているのです。

国立公園管理事務所とダーウィン研究所は、その責務を背負って仕事をしています。この二つの機関がなかったら、今のガラパゴスの自然と生物はどうなっていたか、考えてもおそろしいことです。ガラパゴスはもはや「世界の果て」ではなく、「生物の進化と生態の実験室」として、また「エコ・ツーリズムの先進地」として、世界の真ん中で注視を浴びている場所です。ガラパゴスの保護と保全に責任を負わされているは、われわれの世代です。

ご清聴 どうもありがとうございました。(拍手)