

世界遺産のジレンマ

～ガラパゴス諸島を例にした小笠原諸島の保護～

慶應義塾大学
大沼あゆみ研究会
生物班

阪本邦仁 佐藤康子 関矢勇毅 中橋良介 濱野愛可

目次

序章

第1章 世界遺産について

- 1.1 世界遺産とは
- 1.2 世界遺産の仕組
- 1.3 世界遺産のメリット・デメリット
- 1.4 世界遺産登録による観光客の変化

第2章 小笠原諸島

- 2.1 地勢と歴史的背景
- 2.2 自然的特徴
- 2.3 小笠原諸島の現状

第3章 ガラパゴス諸島

- 3.1 概要
- 3.2 生態系について
- 3.3 エコツアーリズム
- 3.4 ガラパゴスの危機

第4章 分析

- 4.1 固有種個体数、外来種個体数
- 4.2 観光客数、固有種の価値、外来種駆除率、現在価値
- 4.3 固有種現在価値の最大化 ～ソルバー～

終章 分析結果からの小笠原諸島への適応

参考文献

付録 ワークシート

序章

世界的に貴重な価値を待つ遺産を後世へと残す方法の代表的なものとして世界遺産登録がある。

現在、小笠原諸島への注目がこれまでにないほど集まっている。なぜならば平成 19 年、日本政府が「世界の文化遺産及び自然遺産の保護に関する条約」（通称 世界遺産条約）に基づく日本の「暫定一覧表」に、自然遺産として小笠原諸島を記載することを決定したからである。

小笠原諸島の地形・地質、生物多様性、生態系、外来種問題に関しては後に触れるが、小笠原諸島は着々と遺産登録への道をたどっている。

しかし、小笠原諸島の環境保護という観点からすれば、世界自然遺産登録という方法は果たして得策なのだろうか。世界自然遺産第一号として登録されたガラパゴス諸島の例を見てみると、遺産登録を契機として観光客・人口が増加、それともなって自然環境が急激に悪化し、ついには危機遺産リストとして登録されてしまった。本論では、小笠原諸島とガラパゴス諸島それぞれの特徴を示し、小笠原諸島もガラパゴス諸島と同じ運命をたどってしまう危険性を検討した上で、観光と生態系保護が両立した形の長期的かつ持続的な管理方法を探っていく。小笠原諸島と同時に琉球諸島が自然遺産登録候補地として挙げられたが、小笠原諸島は日本唯一の海洋島であることから、外来種によるインパクトが大きいと考えられる。ゆえに、「後世に残すべき」という観点から小笠原諸島は特に慎重な管理が必要ととらえ、小笠原諸島の持続的な管理を目指す。

第1章 世界遺産について

1.1 世界遺産とは

世界遺産とは、世界教育科学文化機関（ユネスコ）総会によって採択された世界遺産条約に基づいて作成される世界遺産リストに登録されたものを言う。文化遺産、自然遺産、複合遺産の3種類に分類される。文化遺産は、顕著な普遍的価値を持つ建造物・遺跡、自然遺産は特徴があり普遍的な価値を持つ自然地域、複合遺産はその両方の特徴を持ち合わせているものと定義することができる。世界的に貴重な価値を持つ遺産を後世へと保護していくことが世界遺産の作られた目的である。

1.2 世界遺産の仕組み

世界遺産になるためには、まず世界遺産条約を批准しなくてはならない。そして、世界遺産条約締約国は世界遺産に登録したい自国の遺産をユネスコ世界遺産センターに推薦する。ユネスコ世界遺産センターはその推薦された遺産の専門的な評価を自然遺産の場合はIUCN（国際自然保護連合）、文化遺産の場合はICOMOS（国際記念物遺跡会議）、ICCROM（文化財保存修復研究国際センター）に委託する。IUCNとは生物多様性の保全や絶滅の危機に瀕した生物の調査・保護勧告を目的とした国際的なNGOである。レッドデータブックを作っていることで有名である。ICOMOSは人類の遺産や建造物の歴史的資産の保全・修復を目的とした国際的なNGOである。ICCROMは有形文化財の保存に関する専門的なアドバイスを行う世界の先導的な保存機関からなる政府間組織である。このような専門機関から得られた評価を基に、世界遺産委員会で審議し、世界遺産に認めると決定した場合、世界遺産リストに登録されることとなる。

世界遺産登録されると、その遺産を持つ国は恒久的に遺産を保護する義務を負うことになる。定期的に保全調査が行われ、遺産が重大な危機に瀕している場合は「危機遺産リスト」に登録される。それでも状態が改善されないような場合は、世界遺産リストから除外されてしまう場合もある。しかしながら、保全に必要な資金は緊急の場合を除いて援助などは受けられない。経済的な余裕のない国や発展途上国は、いくら貴重な遺産があっても登録申請しないなどの問題点も存在する。

1.3 世界遺産のメリット・デメリット

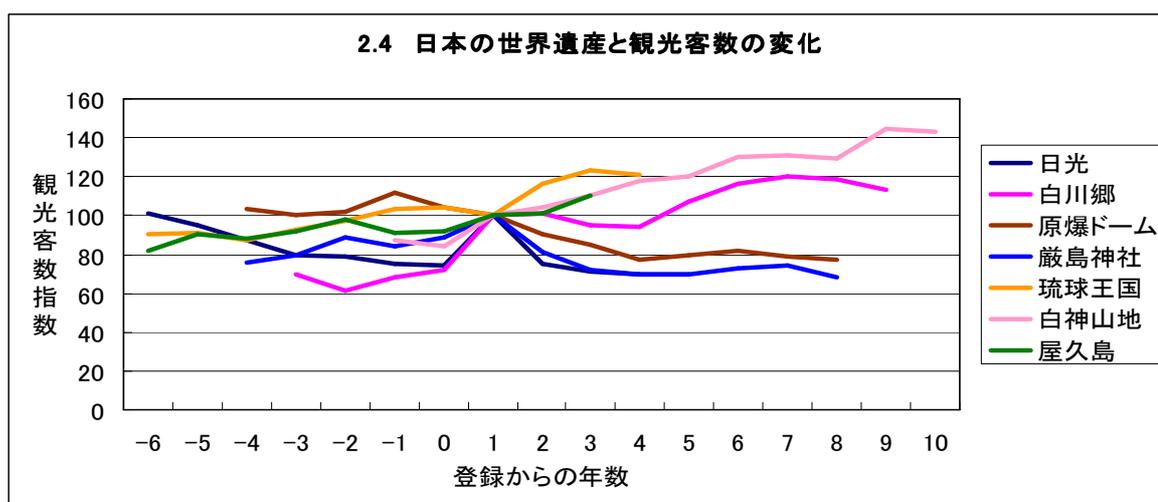
もちろん世界遺産に登録するメリットは大きい。世界遺産に登録されるということは遺跡の世界的な知名度が飛躍的に向上する。それに伴って観光客が大幅に増加することが見込まれるのである。観光客の増加はビジネスにつながり、遺跡付近の収入が増加する。そのため、世界遺産登録が地域の発展に繋がるというメリットがあるのである。しかし、この観光客の増加はデメリットにもなりえるのである。それが世界遺産の登録のジレンマとして表われるものである。世界遺産に登録されることによって観光客の増加が見込まれる。地域の収入が増加するためその地域にとっては、観光客の増加は喜ばしいことである。しかし、その遺産にとっては多くのダメージを被ることになるのである。遺産のキャパシティを超えた観光客はその地域の生態系や遺産の破損、観光公害としてのゴミや喫煙、排気ガスで遺産を痛めつける。世界遺産である遺産を守るためには観光客の数を制限さ

せるなどの方法をとるしかない。そうすることによって地域の収入が減少し、遺産の保全費用も足りなくなるといったことが起こってしまうのである。これを観光地のジレンマといい世界遺産で多く見られてしまっている現象である。

1.4 世界遺産登録による観光客の変化

次に示しているのは日本の世界遺産と観光客数の変化である。このグラフは、世界遺産に登録された翌年の観光客数を100としたときに、観光客数がどのように変化したのかを表したグラフである。このグラフを見るとわかるように、世界遺産に登録されて観光客数が増加した遺産とほぼ横ばいの遺産とがある。これらの違いは登録される前の知名度によるのではないかと考えられる。日光や原爆ドーム、厳島神社などは登録前から観光名所として有名であったため、世界遺産登録されても観光客数の変化はさほど大きいものとはならなかったのであると考えられる。一方、屋久島、琉球、白神山地などは世界遺産に登録されるまで観光地として有名だったわけではない。世界遺産登録を機に貴重な遺産である一気に知名度が上昇し、観光客の増加につながったものと見られる。また、白川郷は別に理由を考えることもでき、交通の便がよくなったことにより観光客数が増加したのではないかと考えられる。このように考えると、小笠原諸島は現在観光地としてそれほど知名度が高いわけではない。そのうえ、現在は船で26時間もかかるような場所であるが、飛行場の建設が予定されるなど、交通の不便も解消される可能性がある。そうすると、観光客の急激な増加が考えられ、貴重な生態系に重大なダメージを与えかねないのである。

小笠原と同じような境遇のガラパゴスは世界遺産が観光客によって大きな被害を受けた代表例となっている。ガラパゴス諸島は独特の進化を遂げた生物が数多く生息し、ダーウィンが生物進化論の着想を得たとして有名な島である。ガラパゴス諸島はその経緯から世界自然遺産に第1号として認定され、その観光モデルは世界的に成功例とされていた。しかし、年々増え続ける観光客と観光客相手のビジネスを目的として増え続ける人口によって生態系が危機的な状態に陥ってしまった。その結果、2007年に危機遺産リストに登録されてしまったのである。



内閣府H. P. 地域経済レポート2005より

第2章 小笠原諸島

小笠原諸島の遺産登録の準備は着々と進んでいる。平成18年11月に科学的見地から小笠原諸島の自然環境の保全・管理について検討する「小笠原諸島世界自然遺産候補地科学委員会」が初めて開かれ、同年12月の第二回委員会では小笠原諸島の世界遺産としての価値及び外来種対策の課題について見解が与えられた。まず、世界遺産の価値としては全部で10項目ある遺産登録に際する評価基準（自然遺産としては全部で4項目）のうち

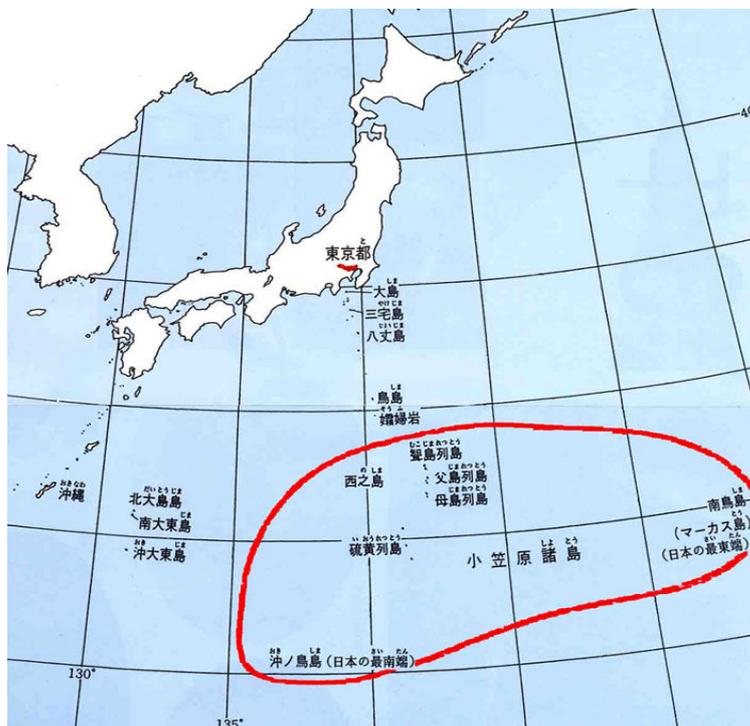
(viii) 生命進化の記録、地形形成において進行しつつある重要な地学的過程、あるいは重要な地質学的、自然地理学的特徴を含む、地球の歴史の主要な段階を代表とする顕著な例であること、(地形・地質)

(ix) 陸上、淡水域、沿岸および海洋の生態系、動植物群集の進化や発展において、進行しつつある重要な生態学的・生物学的過程を代表する顕著な例であること（生態系）

(x) 学術上、あるいは保全上の観点から見て、顕著で普遍的な価値をもつ、絶滅のおそれがある種を含む、生物の多様性の野生状態における保全にとって、もっとも重要な自然の生育地を含むこと（生物多様性）

の3項目に関して世界遺産としての価値を有するという見解が得られた。

2.1 地勢と歴史的背景



小笠原諸島は北緯 20 度 25 分～27 度 44 分、東経 136 度 04 分～153 度 59 分の太平洋上の広大な海域に散在する 30 余りの島々から形成されており、北から聳島列島、父島列島、母島列島、火山(硫黄)列島の4列島に大別されている。父島は約 24km²、母島は約 21km²、全島の総面積は約 106km²で沖縄(2,265km²)の 20 分の 1、ガラパゴス諸島(7,882km²)の 74 分の1、ハワイ島(10,448km²)の 99 分の1と、かなり小さいと言える。行政的には東京都の管轄下だが、東京から約 1000km 南に位置し、空港は無く、小笠原への交通手段は、5・6 日に 1 便運行され、片道約 26 時間かかる「おがさわら丸」のみである。

赤道付近に誕生した小笠原諸島は、かつて海拔 1000m を超える巨大な島であった。その後、フィリピン海プレートに載って北上するうちに火山活動から切り離され、聳島、父島、母島の3つの列島に分裂し、現在の小さく標高の低い島々になったという。(※1「小笠原諸島の生物多様性」)

これらの島々は、豊臣秀吉と徳川家康に仕えていた小笠原貞頼によって 1593 年に発見されたと伝えられている。1830 年、欧米人とハワイの先住民が初めて父島の奥村に定住する。1861 年、幕府が小笠原の開拓のため咸臨丸を派遣し、その際に日本領土であることを宣言したが、小笠原諸島が国際的に日本領土として認められたのは、15 年後の 1876 年のことである。その後、太平洋戦争の局面悪化によって 1944 年に軍属等として残された 825 人を除く全島民 6,886 人が内地へ強制疎開させられ、2 年後の 1946 年には米軍の直接統治の下に置かれた。欧米系の島民に限り帰島が許されたが、他の大多数の島民は故郷への帰島は許されなかった。以来約 20 年間に渡り米国の軍政下に置かれていたが、1968 年小笠原返還協定が調印され、小笠原諸島は日本に返還された。東京の行政の管理下に置かれた小笠原諸島は、戦後 23 年間にも及んだ空白を埋めるため、返還された翌年に制定された小笠原諸島復興特別措置法のもと様々な公共事業が推進されており、2004 年には自然環境の保全と観光振興の両立による自立的発展を目的とした小笠原諸島復興開発計画を東京都が策定している。

2.2 自然的特徴

小笠原諸島は約 5,000 万年前に赤道に近い海底火山の活動によって形成されたため、過去に一度も陸続きになったことのない孤立した「海洋島」である。そのため動植物はすべて隔離された環境の中で独自の進化を遂げていき、微妙なバランスの上で保たれた世界でも貴重とされている固有の生態系を有している。ガラパゴス諸島も同様に、海洋島で多くの固有種の生息地となっていることが、小笠原諸島が「東洋のガラパゴス」と呼ばれる所以である。また、小笠原諸島の高湿少雨という亜熱帯気候も、土壌の少ない乾燥気味の場所に生育する乾性低木林などの世界的にも珍しい特異な生態系を生み出している。

環境省の調査によると、出現種数は小笠原全島で 615 種が確認され、自生種は 327 種に及ぶ。植物は、自生種約 300 種のうち 40%が固有種、うちシダ類 17%、草本 26%、

樹木約 70%であり、固有種は多いが全体の種類は少ない。琉球列島の植物の固有率は5%に過ぎないので、比較的固有率は高いといえる。陸上生物は、固有率は一番高いものは陸産貝類であり、約 100 種のうち固有種は約 80%を占める。哺乳類は、固有種は一種のみ、オガサワラオオコウモリという天然記念物に指定されている大型コウモリで、父島・母島・硫黄島に分布し個体数もそこまで多くはない。ウミガメを除く爬虫類も5種のうち固有種はオガサワラトカゲの1種のみで、オガサワラヤモリは移入種とされている。陸棲の繁殖鳥類は11種で固有種はハハジマメグロなどを含め7種類である。昆虫類は約 1300 種で30%が固有種、10種類が天然記念物とされている。

このように、小笠原には独自の進化を遂げた固有種生物が存在している。特異な島嶼生態系を形成しており、全体が国立公園に指定されるほど、国内のみならず世界的にみても貴重かつ固有な自然環境を有しているのである。



オガサワラオオコウモリ

出典：読売新聞

2.3 小笠原諸島の現状

以上のように、小笠原諸島は海洋島で固有種を多く有し非常に貴重な資源とされてきているが、残念なことに、175 年ほど前から現在に至るまで様々な動植物の導入や侵入による生態系の攪乱が続いている。小笠原諸島のような海洋島では、外来生物に対して脆弱な生態系を持つことも大きな特徴の一つであり、現在様々な外来種による本来の小笠原の生態系への影響が顕著に現れており、そのため小笠原の固有種の中には既に絶滅が確認された種や絶滅の危機に瀕している種も多い。現在、絶滅の危機に瀕している固有植物（絶滅危惧種）は約 40 種もあり、外来種対策は小笠原諸島が抱える重要な課題の一つである。海洋島の動植物は繊細なバランスの上で成り立っているため、外来種の進入や環境の変化に非常に影響されやすいのである。ここで、外来種と環境の変化によってどのような影響を受けているかを見ていく。

外来種が固有植物に与えている影響は非常に大きく、例えば、草本の帰化植物であるオオバナセンダングサは小笠原の広範囲で咲き渡り、自生種の植生域を圧迫している。また、固有種が侵入種によって遺伝子が攪乱される例もあり、実際小笠原に植生するオガサワラグワの DNA が調査された時、シマグワという侵入種の遺伝子が混ざっていることが判明した。固有種にもたらしている被害が非常に顕著に現れている外来種の代表的な動物は、ヤギとグリーンアノールである。海洋島の植物は何百万年もの間草食獣による摂食圧を受けていなかったため、防御機能や免疫が無く、ヤギによる食害で島固有の植物種が激減した。また、固有植物種が減ることで赤土が剥き出しになり、泥が流出することで海を汚れ、珊瑚礁への被害が出ている。グリーンアノールは 1960 年頃グア

ム島から父島に移入されたといわれており、現在では父島全域に生息域を広げており、爬虫類の唯一の固有種であるオガサワラトカゲのテリトリーのほとんどを奪っている。昆虫を食べて生活しているため、昆虫への被害が膨大である。

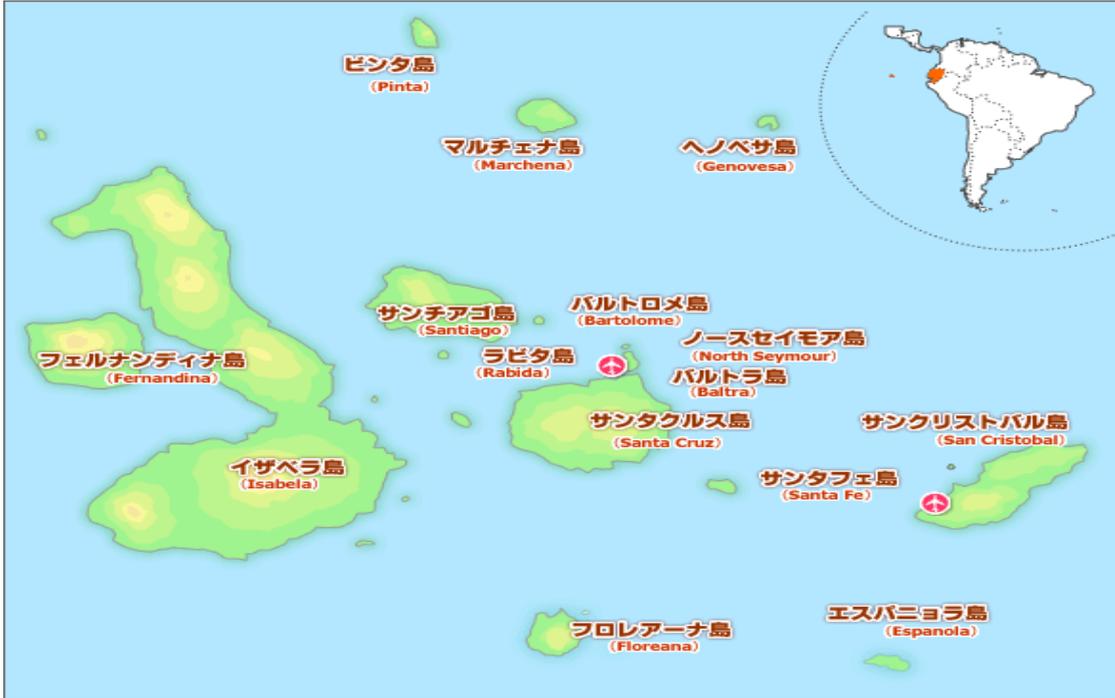
環境の変化による影響の例として、哺乳類の唯一の固有種オガサワラオオコウモリは、米軍占領時代に食物として捕獲され、母島ではもう見られなくなってしまった。1999年父島に100頭以上、2001年に北硫黄島にも100頭以上いたが、1年間に生息地である森付近の道路建設などの開発によって約70頭まで減ってしまった。

2003年、絶滅危惧種を多く持ち美しい自然の景観を持っている小笠原諸島は知床と琉球列島とともに、世界自然遺産登録の推薦候補地に選ばれたが、固有種を圧迫し続けている移入種の対策を早急に実行する必要がある、また最も重要な地区の一部は十分な自然の保護担保措置が取られてないことから、推薦にとどまった。東京都は、特異な島嶼生態系を形成する小笠原諸島の貴重な自然を次世代に引き継ぐために、世界遺産への登録を目指しており、そのため、絶滅危惧植物の保護増殖事業やヤギの排除と植生開発事業を実行している。しかし、前述したように外来種による小笠原の生態系の圧迫や被害が著しいため「早急な移入種対策」と「自然を保護する制度が充分措置されていない最も重要な地区への対応」が今後の大きな課題となっており、3年かけての移入種対策を経て、2010年の世界遺産登録の推薦を目指している。

第3章 ガラパゴス諸島

3.1 概要





出典:ネイチャーワールド

南アメリカ大陸、エクアドル共和国に属するガラパゴス諸島は、エクアドル沿岸から西方約 1000km の太平洋上に位置する。13 の主島、17 の小島と 43 の岩礁で構成されており、全て国立公園に指定されているその島々の総面積は 7,882km²(沖縄県の 3.5 倍)である。最大の特徴は、全島が海底火山起源、つまり、過去に一度も大陸と地続きになったことのない「海洋島」であり、そこに生息する種の多くが、島の環境に対応した独自の進化を遂げることを強いられてきた、島固有の種であるという点である。諸島名にある「ガラパゴ」は、スペイン語で陸亀を意味するが、ゾウガメやペンギン、イグアナなどの固有種が代表的である。ガラパゴス諸島は、生き物がどのように適応・進化してきたかを知ることのできる、世界最高の「生物進化の実験室」とも呼ばれる。また、固有種が多いだけでなく、真に自然の中に棲み人を恐れない動物たちを間近で観察することのできる貴重な場所であるため、観光地として年々人気が上がっている。

諸島の形成は、500～600 万年前に遡る。南アメリカ大陸沖の赤道付近にあるナスカプレートの上にはマグマの定点噴出し口であるホットスポットが位置し、そこから噴出すマグマがプレート上に火山を作る。このプレートは形成された火山を乗せたまま東へ移動していくため、ホットスポットの上で新たに火山が形成される。こうして火山が形成されては東へ移動していくことの繰り返しにより、島は列を成して並び、現在のガラパゴス諸島が出来上がった。従って、最も東に位置するサンクリストバル島とエスパニョラ島が最も古いことになる。諸島は今もなお、ナスカプレートに乗って東南東の南米大陸の方向に向かって、年間 5～7 センチの速度で移動している。

ガラパゴス諸島の生物研究は、1535 年、スペイン司教デ・ベルランガが偶然に漂着した

ことに始まるとされるが、本格的な研究を開始する基礎を築くことになったのは、丁度 300 年後の 1835 年に英国船ビーグル号に乗って訪れた、チャールズ・ダーウィンである。ダーウィンは、この地で彼の生物進化論「自然淘汰説」の着想を得たことを、『ビーグル号航海記』（1939 年）や『種の起源』（1859 年）の中で記述している。

1960 年には、ユネスコの支援により、サンタクルス島のアカデミー湾東岸にガラパゴスの生態系の研究・保存・保護を目的としたダーウィン研究所（1964 年落成）の建設が始まり、ほぼ同時に諸島全域の調査が始まった。それ以降、この研究所とエクアドル政府機関である国立公園管理事務所が協力して生物調査、自然保護活動を行ってきた。

その後、1969 年から本格的な商業目的の観光が開始され、1970 年代初期にかけて、国立公園管理事務局はガラパゴス諸島内の国立公園部分と居住区域を区別し、国立公園を 4 つの区域に区分した。

1978 年、その優れた自然形態が高く評価され、自然保護のための法律や管理体制も整っていることから、ユネスコにより世界自然遺産第一号に指定され、2001 年には海洋保護区としてガラパゴスの海域も遺産登録された。ガラパゴスにおけるエコツーリズムと自然保護の両立は成功例として高い評価を受け、その評判は世界中に広まり、1970 年（観光元年の翌年）の入島者数 4,579 人から 1996 年以降は年間 6 万人を越え、その後もなお増加傾向にある。

しかしこうした人口・観光客の増加の結果、それに伴う物資流入の拡大などが主な原因となり外来種が急増、固有種が著しく脅かされ、生態系が危機に瀕していることが現在問題となっている。島独自の環境の中で暮らしてきた固有種は、敵が多くより厳しい環境の中で進化してきた大陸からの外来種の侵略に弱いのである。2007 年 6 月、ガラパゴス諸島は、ユネスコによって「その普遍的価値を損なうような重大な危機にさらされている遺産」である「危機遺産リスト」に登録され、今後海外からの大型観光船の入港を禁止するなどの動きも出てくると言われる。

3.2 生態系について

海底火山起源の島には、誕生した時点ではバクテリアすら存在しない。そのため、島に着た最初の生物は、海を渡って外部からやってきたと考えられる。その経路には、気流に乗る、海流に乗る、鳥によって運ばれてくる、の 3 つがある。また、ガラパゴス諸島に定着した生物は、その特殊な自然環境、すなわち、すべての島が火山性であり絶海の孤島（海洋島）であること、強烈な日光に曝される赤道直下に位置すること、ペルー海流（フンボルト海流）・パナマ海流・クロムウェル海流という 3 つの海流が合流する地点に位置すること、などに適合した生活をするために進化しなければならない。こういった隔離された環境の中で進化を遂げることで、ガラパゴス固有の生物が誕生するのである。

種の固有率は分類群によって異なる。サンゴ類、貝類、エビ、カニやヒトデなどを含む海産無脊椎動物では 32%、陸産貝類、クモ類、昆虫類などを含む陸産無脊椎動物では



出典：ガラパゴス Information

54%、魚類、海産哺乳類を含む海産脊椎動物は9%、爬虫類、鳥類、陸産哺乳類などを含む陸産脊椎動物は60%の固有率となっている。植物では、シダ、コケ類などの隠花植物は7%であるが、種子植物は51%、海藻類も35%と高い固有率であると言える。

海洋島の性質上、島によっても見られる動植物が異なる。固有種の中で、全島でただ1種のみが進化している例は、鳥類ではガラパゴスペンギン、ガラパゴスコウバネ、ガラパゴスバト(アオメバト)、植物ではヨウガンザボテンなどである。群島の中で島ごとに種が分化している例としては、まずガラパゴスゾウガメが挙げられる。ガラパゴスゾウガメは全体で1種であるが、島ごとに甲羅の形や模様が異なる13の亜種が分化している。その他、ウミグアナ、ヨウガントカゲなども島ごとに固有の亜種に分化している種である。

気候は亜熱帯気候であるが、海流に大きな影響を受ける。ペルー海流(フンボルト海流)の影響により6月から11月は気温17度から22度の乾季、北部のエル・ニーニョの影響を受ける12月から5月は23度から27度と暑く、雨季となる。

3.3 エコツアーリズム

ガラパゴス諸島における自然保護とエコツアーリズムの両立が成功例として評価されていることは先程述べたが、実際にそのエコツアーリズムがどのような形態であるのかを見ていく。

ガラパゴスの観光は、「真に自然の中に棲み人を恐れない動物たちは、観光の重要な魅力であり、観光客を惹きつける重要な資産となり得る」という、1957年にユネスコより派遣されてやってきたアイブルアイベスフェルトの主張から始まる。チャールズ・ダーウィン研究所の設立の後、1960年代後半に、エクアドル籍の初の観光船が就航した。この頃はまだ、観光場所などに何も制限が設けられておらず、動植物などの持ち出しも自由であった。その後、1970年代初期までの間に、動植物の持ち出し制限を含む観光客に対する規制や、居住・農耕区域と国立公園区域の境界を定めより厳正な自然保護の達成を目的とした区域割りが行われた。その結果、全島の97%が国立公園、残りの3%が居住・農耕区域として使用されることとなった。また、国立公園区域は、A 厳正保護区域、B 原始区域、C 特定利用区域、D 探訪者区域の4つに区域割りされた。最も規制の厳しいA 厳正保護区域は、まだほとんどの外来種の侵入がなく、将来も帰化生物から厳重に保護することを目標としており、研究者であっても簡単には立ち入ることのできない区域である。国立公園区域全体の内8%強を占める。Bの原始区域は全島の87%を占め、群島本来の動植物が生息するものの、場所によっては外来種が既に帰化している。現在行われている自然保護、自然復元などの保護保全活動の主要部分はこの区域内で行われている。Cの特定利用区域の中に、空港や道路、通信施設、そして国立公園事務所とダーウィン研究所も設立されており、人的影響を既に受けているということで、帰化植物の広がりもある地域である。この区域は全体の0.5%に当たる。これらのA,B,Cの中に、一つ一つは小面積であるDの探訪者区域が定められている。現在存在する60程の探訪者区域のうち、3箇所は特定利用区域内に、残りは全て厳

正保護区域と原始区域内にあり、火山学的に興味深い場所、ガラパゴス固有の動物の生態が観察できる場所、自然景観が優れている場所など、ガラパゴスの自然と生物を身近に体験し観察できる場所を旅行者が訪れることができるようになっている。この探訪者区域は更に a 限定利用地区、b 集中利用地区、c レクリエーション地区に分けられ、a,b ではナチュラルリスト・ガイド(後述)を伴わなければならない、人数の制限も設けられている地区である。事前に就航経路、人数などを届け出て許可を得る必要があり、探訪地では幅 1 メートル程の観察路の上だけを歩くことが許されている。C のレクリエーション地区は、主に住民のために設置されている、誰でも自由に訪れることのできる場所である。

ナチュラルリスト・ガイドとは、1973 年から始まったライセンス制度のことで、タクシー運転手や小舟の漕ぎ手に必要とされているガイド 1、国立公園事務局とダーウィン研究所による 6 週間の講習をうけることなどを必要とし、国立公園の管理や探訪者のガイドの役割を勤めるために必須のガイド 2 と 3 に分けられる。生物学、生態学、火山学、海洋学のみならず 2 ヶ国語または 3 ヶ国語を習得していることが要求され、1 年毎に更新しなければならないなど、厳しい制度となっている。

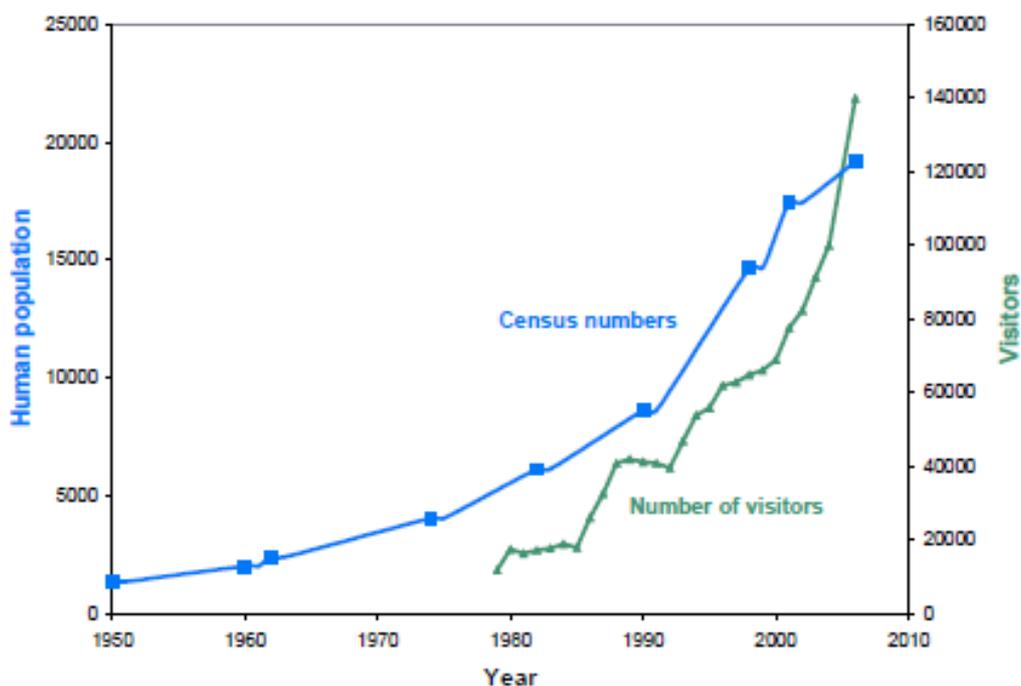
このような島の保護保全のための大きな資金源となっているのは、観光客から得られる入島料である。入島料は、1993 年から、外国籍の大人(12 歳以上)100 ドル、南アメリカ国籍の大人 50 ドル、エクアドル国籍の大人 6 ドル、子供(12 歳未満)はそれぞれの半額となっている。これらの収入は、エクアドル政府の国庫金に歳入されることはなく、諸島内の 8 つの機関に分配され、全てガラパゴスの自然環境の保全やインフラ整備に利用される。

3.4 ガラパゴスの危機

ガラパゴスでは、過去 15 年間で経済的、文化的、環境的に激しい変化を遂げた。その主な原因は、観光産業の成長である。観光収入は、15 年間で年平均 14%伸びており、2007 年現在、合計 4 億 1800 万ドルに昇る。観光客数は、1990 年の 4 万人から 2006 年には 14 万 5000 人に増えた。また、島での観光客狙いの商売を目当てに移住する人々も増加傾向にあるため、島の人口も増え続けている。(グラフ 3-1 参照)

このような観光産業の成長により、飛行機の発着、貨物船、島々の隔離された環境の低下による外来種侵入などの増加がもたらされ、独自の生態系に大きな害を及ぼしている。チャールズ・ダーウィン研究所によると、ガラパゴスは未だにその固有種のうち 95%が残存する世界で最後の海洋島であり、それ故世界の生物学的・生態学的な「ゴールド・スタンダード」であると言える点、チャールズ・ダーウィンを通して科学史上、思想史上において大きな役割を果たした貴重な生態系である点、また、ガラパゴスの生態系は現地の経済の基盤であり、同時にエクアドルの経済にも大きく貢献している点から、ガラパゴス諸島の特異な生態系を失うことは大変大きな損失であると言う。

特に問題視されている外来種問題であるが、外来種には過去に人為的に持ち込まれたものと観光客や人口の増加に伴う物資の流入拡大によって侵入したものがある。人為的に持ち込まれたものは、規制がかかる以前の家畜としてや農業目的などのものであるが、近年で



グラフ 3-1.ガラパゴス諸島の観光客数と人口の推移

出典:Charles Darwin Foundation

は動植物検疫により規制されているため、侵入経路は主に人や物資を運ぶ船などであると言える。実際に、グラフ 3-2 で観光客数の推移と外来種数の推移を比較してみると、観光客の増加と共に外来種数も増加していることがわかり、外来種の増加は観光客の増加によるものであると言う事ができる。

ダーウィン研究所による駆除活動も行われているが、2007 年現在では、1,321 種の外来種が確認されており、その数は 1900 年時点での 112 種の約 10 倍にも及ぶ。そのうち植物は、500 種の自生種に対し、それをはるかに上回る 748 種である。昆虫では少なくとも 490 種、その他の無脊椎動物は 53 種で、その中でも 55 種はガラパゴスの生態系に何らかの重大な悪影響を及ぼすものであるとされる。

また、国際自然保護連合(IUCN)による「絶滅の恐れのある生物種のリスト」であるレッド・リストに載っている種は、180 の固有植物の 60%に当たり、脊椎動物の 50%も絶滅の危機にあるとされている。

一見、自然保護と観光の両立という面で良く整えられた環境であるかのようなガラパゴス諸島だが、当初の計画が地元の利益ばかりに焦点を当てた短期的なものであったことや、政府機関の統制の弱さなどがこのような事態を生んでしまったと言われている。

<主な外来種>

外来種	インパクト
<p>ヤギ</p> 	<p>食欲旺盛で固有の草を食べ荒らし、結果として生態系を大きく変化させてしまう。また、固有の動物の餌不足をも引き起こす。</p> <p>備考： ガラパゴスリクイグアナの餌となるウチワサボテンを食べてしまうことが大きな問題となっている。</p>
<p>ファイヤーアント</p>  <p><small>Wasmannia auropunctata on a chopstick Photo courtesy of Eken Van Gelder, USGS-BIRD</small></p>	<p>多くの脊椎動物、無脊椎動物に被害をもたらす。 特に、成熟したガラパゴスゾウガメの目、排卵腔、孵化したばかりの稚亀も食べ荒らす。</p> <p>備考：IUCNが定める世界の最悪の外来種100に記載されている。</p>
<p>ブラックベリー</p>  <p>Blackberry fruit. Foto: Jill Key</p>	<p>4m程の茂みを形成し、日光、水、栄養素の面で多くの希少な固有植物を排除する。</p> <p>備考：チャールズ・ダーウィン研究所によると、外来植物のなかで最悪のものとされている。</p>

第4章モデル分析

これまでは、小笠原諸島とガラパゴス諸島の特徴を見てきた。では、本論の目的である持続可能な観光、すなわち、外来種問題を内包した上で自然保護を行うための観光はどうか、この章ではこの問題に対するひとつの解決策を探るためにモデル分析を行っていく。

今回の分析は世界遺産という特性を十分に考慮するとし、以下の条件の上でモデル分析を行っていく。

- ・ 観光客が入島する際に支払う入島料はすべて環境保護の費用に使用している。その環境保護のメインである外来種の駆除に収入を使用する。
- ・ 世界遺産の目的は現存する貴重な自然を後世まで残していくことであるので、固有種の現在価値の最大化を目的とする。
- ・ ガラパゴス諸島は他の観光地とは違い、特別な嗜好を持つ人がガラパゴス諸島の固有種を見るために訪れる土地のため、入島料による需要の価格弾力性はゼロだと仮定する。

4.1 固有種個体数、外来種個体数

t 期の固有種の個体数の大きさを S_t 、外来種の個体数の大きさを Z_t と表すとする。

・固有種個体数

外来種による影響を無視したとき、t+1 期の固有種の個体数の大きさ S_{t+1} は以下のようなロジスティック増殖を内包した形をとる。

$$S_{t+1} = S_t + S_t \times r \times \left(1 - \frac{S_t}{K}\right)$$

これは、来期の固有種の追加的個体数が、今期の個体数の大きさに依存していることを示している。 $r > 0$ は内的増殖率、 $K > 0$ は環境容量を示す。

外来種一頭が固有種に与える影響を d と表すとする。具体的な影響としては、第 3 章で見たように外来種が直接固有種を捕食する場合や、食物や繁殖場所など生息環境を奪うことで固有種を減少させたりする場合である。この d を(1)式に組み込むと、

$$S_{t+1} = S_t + S_t \times r_s \times \left(1 - \frac{S_t}{K_s}\right) - d \times Z_t$$

と、固有種の今期と来期の関係を表す式を組み立てることができる。ただし r_s は固有種の内的増殖率、 K_s は固有種の環境容量である。

・外来種個体数

外来種の個体数の大きさの変化は

$$Z_{t+1} = Z_t + Z_t \times r_z \times \left(1 - \frac{\phi_t}{K_\phi}\right) + a \times N_t - \omega_t$$

となる。

ここで固有種の増減から外来種の個体数の増減を表したものを外来種指数 ϕ とする。すると、

$$\phi_{t+1} = 1 + (1 - S_{t+n} / S_t)$$

が成り立ち、このことから K_ϕ は外来種指数をもととした外来種の環境容量とする。また、 r_z は外来種の内的増殖率である。 $a \times N_t$ と ω_t の部分は外来種の侵入数と駆除数の影響を示すが、詳しくは後に述べるとする。

4.2 観光客数と外来種の侵入、収入、固有種の価値、外来種駆除数、現在価値

・観光客数と外来種の侵入

需要の価格弾力性がゼロであるため、観光客数は完全に固有種の個体数に依存するとする。固有種一頭あたりが惹きつけることができる観光客数を l とし、 t 期の観光客数を N_t とおいたとき、観光客数は

$$N_t = S_t \times l$$

と、固有種の個体数の大きさに比例した式となる。

さらに、外来種は観光客に付随してガラパゴス諸島に侵入してくる。このことから観光客一人あたりが持ち込む外来種の個体数を a とおいたとき、外来種の侵入数は $a \times N_t$ と観光客数に比例したものになるのである。

・収入

観光客からの入島料を p とおいたとき、収入 R は

$$R = p \times N_t$$

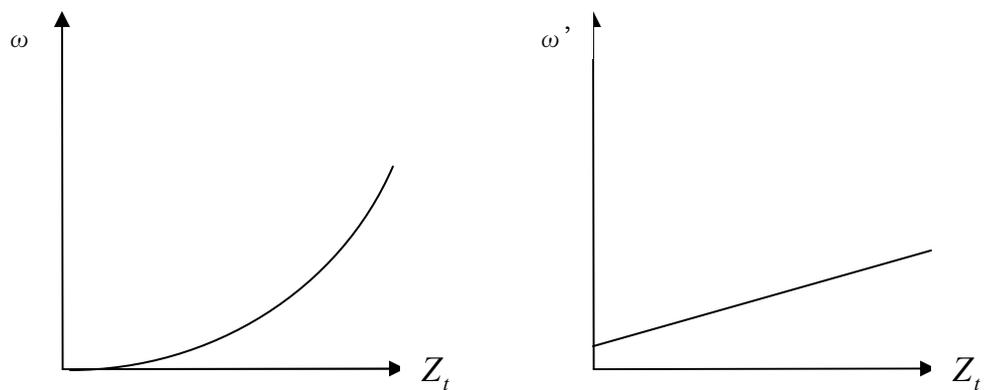
となる。

・固有種の価値

固有種の価値を求める際に何を基準に求めるのかが大きな問題となってくる。観光客は固有種を見るために交通費や宿泊費など、ガラパゴスに滞在するためにさまざまな経済活動を行う。これらすべての観光客からの経済収入は固有種に起因すると考える。よって、観光客数を設定する際、観光客は固有種の個体数に依存するとしたが、固有種の価値は観光客からの経済収入を固有種の個体数で割ったものとする。この固有種の価値を G とおく。

・外来種駆除数

外来種駆除数を ω とおく。この駆除数は費用と外来種の個体数の大きさの変数となる。また、費用を一定としたとき、駆除数は個体数の大きさが大きければ大きくなる程が多いため、駆除数、限界駆除数は以下のグラフのように増加していく。



よって、上のグラフのような変化を表すために駆除数を表す関数を二次式として、

$$\omega_t = \alpha \times \phi_t^2 \times C_t$$

とする。ただし、 α は調整パラメーターである。

・現在価値

将来の価値は現在からみると割り引いて考えられる。その割合を表す割引率を δ とする。このとき割引因子 ρ は

$$\rho = 1/(1 + \delta)$$

となり、固有種、費用、収入の現在価値はそれぞれ

$$\text{PVES (present value of endemic specie)} = G \times S_t \times \rho^t$$

$$\text{PVC (present value of cost)} = C_t \times \rho^t$$

$$\text{PVR (present value of revenue)} = R_t \times \rho^t$$

とする。

4.3 固有種現在価値の最大化

以上、固有種個体数、外来種個体数、観光客数、外来種駆除数の変数がどういった式になるのかを求めてきた。ここで、本論の目的である持続可能な観光を達成するため、固有種現在価値の総和の最大化を目指していくこととする。

この目標を達成するために Excel のソルバーを用いる。ソルバーとは、目標となる数値を求めるために変数の値を変化させ、最適な値を決定するソフトである。

変数を入力する際に重要となるのは固有種の価値Gである。本論ではこのGをガラパゴスゾウガメの価値とおく。その理由は、ガラパゴスゾウガメがガラパゴス諸島で最も有名な固有種であると考えられるためである。「ガラパゴス」とはゾウガメという意味であるし、チャールズ・ダーウィン研究所のシンボルマークもガラパゴスゾウガメである。実際、チャールズ・ダーウィン研究所によるとガラパゴスゾウガメが諸島内で最も観光客が期待する固有種であるとしている。

以下ではソルバーを行うための設定を行う。まず、単一期内で費やせる駆除費用の上限が、収入現在価値 PVR と費用現在価値 PVC を比べたときに、 $\text{PVR} \geq \text{PVC}$ となるように制約条件を設定する。ただし、前期に $\text{PVR} > \text{PVC}$ となり、PVR が余ったときには余り分の PVR を来期に繰り越せるとする。この繰り越せる PVR を「積み立て」とする。つまり、この積み立てが大きければ大きいほど来期に費やせる外来種駆除費用の上限は「 $\text{PVR} + \text{積み立て}$ 」となり増えるのである。

上述の条件を考慮に入れたとき、新たな上限は

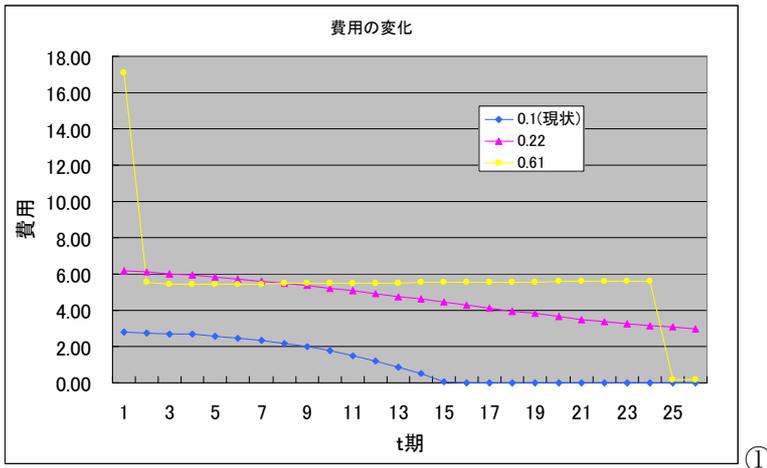
$$\text{PVR} + \text{積み立て} \geq \text{PVC}$$

となる。

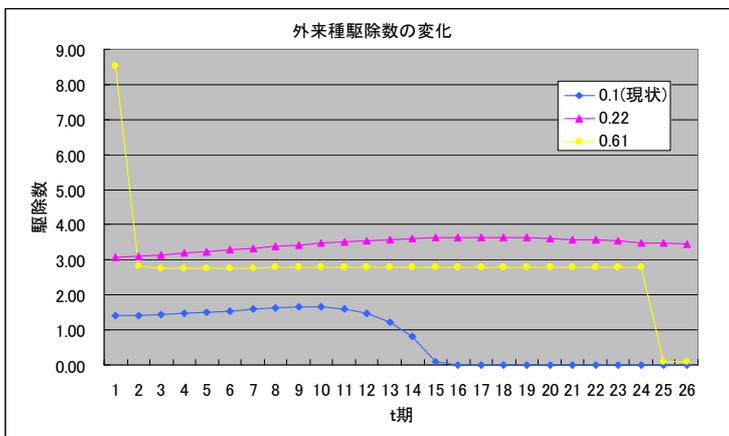
ソルバーで最適化を求めていくときに、入島料の変化によってどのようにガラパゴスの価値が守られていくかを現状と比較して求めていくこととする。

今回用いる入島料Pは現状を表わす $P=0.1$ と変化した $P=0.61$ 、 $P=0.22$ の3通りである。

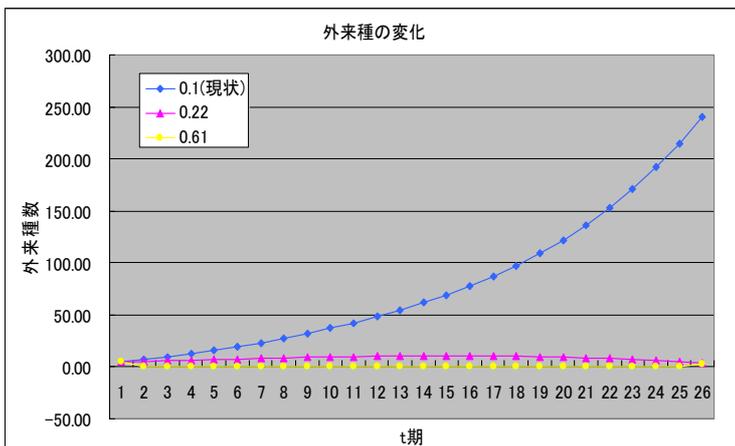
$a=0.1$, $d=0.01$, $K_S=10$, $l=7$, $\delta=0.05$, $G=20$, $S_0=4$, $Z_0=5$, $r_S=0.001$, $r_Z=0.2$, $\alpha=0.5$ と置き、ソルバーで解くと結果が次のようになる。



①



②



③

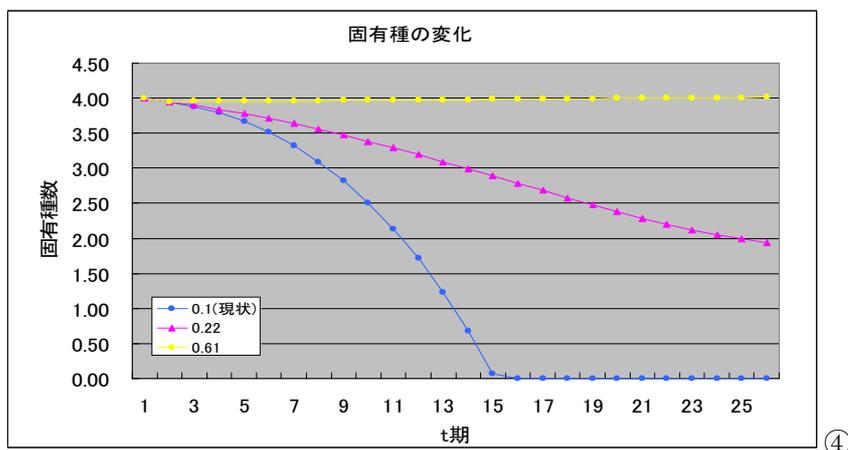
上記のグラフは①：費用の変化、②：外来種の駆除数、③外来種の変化を表している。

まず、現状を表している $p=0.1$ のとき、①から費用が 15 期目で 0 となっていしまい不足することが分かる。これに付随して外来種の駆除数も 15 期目に 0 となり、外来種は急激に増加するのである。

次に、 $p=0.61$ と現状の 6 倍以上と大幅に値上げしたときの変化を見ていく。このとき、収入が十

分にあるため0期目ですべての外来種を駆除し、その後は侵入してくる外来種のみを駆除することになる。

最後に、 $p=0.22$ の場合を見ていく。このとき、興味深いのは $p=0.61$ のときと比べて外来種駆除の費用対効果が高いということである。①と②を見たときに、 $p=0.22$ と $p=0.61$ の棒グラフの位置関係が逆転していることから分かる。



また、④のグラフは固有種の変化を表しているが、

$P=0.22$ のときは $p=0.61$ のときと違い外来種を根絶することはできないが、より現実的なモデルであるといえる。 $P=0.1$ のときは固有種が 15 期目で絶滅してしまう。 $p=0.61$ のときは固有種はわずかながらも増加する。しかしこの価格は 0 期の段階で外来種を根絶することとなり現実的とは言いがたい。一方、 $p=0.22$ のときは固有種は減るものの最終的に初期の半分になることで被害をとどめられる。それに加えて、価格の上昇率の面においても 2 倍と 6 倍では前者のほうが圧倒的に現実的である。

終章 分析結果からの小笠原諸島への適応

これまでの分析の結果をまとめると、ガラパゴス諸島での現状は入島料が低すぎたために保護費用を賄えず、固有種の絶滅という結果をもたらすことが予測された。しかし、入島料を 2 倍に変化させたことで固有種の絶滅という最悪の結果を回避することが可能であるとわかった。ここから言えることは、入島料の設定が世界遺産の持続的な観光を成り立たせる上で重要なファクターとなるということである。

小笠原諸島は、島の成り立ち、本土からの距離などガラパゴスとの共通点は多く見られる。ロケーションの条件は酷似しており（海洋島であるという点、亜熱帯気候である点、本土からの距離）、さらに固有種の豊富さなどの観光資源はともに他の地域とは比べられないものである。これらの点から小笠原諸島の観光客もガラパゴス諸島の観光客のように、入島料に対する需要の価格弾力性が 0 に限りなく近くなると考えられる。

もし小笠原諸島が世界遺産に登録された場合、ガラパゴス諸島と同じ運命を辿らないためにも適切な入島料の価格設定が不可欠となる。それはガラパゴスのように安易に 100 ドルと設定するのではなく、だからといって理不尽に高額に設定することでもない。観光客が自然遺産という極めて特異な場所に訪れる目的、その観光客に付随する外来種の侵入率、さらには固有種や外来種の個体数がどのような要因で増減するのかを見極めた上での適正な価格設定、これが世界遺産のジレンマを解消するために最も重要なのである。小笠原諸島が世界自然遺産に登録されても、諸島の自然が永久に残ることを願ってやまない。

参考文献

- 2007 『世界遺産概論』 古田陽久著シンクタンクせとうち総合研究機構
- 2006 『エクアドルを知るための 60 章』 新木秀和著 株式会社 明石書店
- 2002 『ガラパゴス諸島』 伊藤秀三著/株式会社角川書店
- 2005 『小笠原諸島-アジア太平洋から見た環境文化』 郭南燕、ガバン・マコーマック著
株式会社平凡社
- 1989 『日本の自然公園』 国立公園協会, 日本自然保護協会編
- 小笠原の概要
<http://www.soumu.metro.tokyo.jp/07ogasawara/28.htm>
- 東京都環境局
http://www2.kankyo.metro.tokyo.jp/sizen/isan/i_kentou.htm
- 小笠原村ホームページ
<http://www.vill.ogasawara.tokyo.jp/sightseeing/plan/pdf/02.pdf>
- 小笠原村ホームページ
<http://www.vill.ogasawara.tokyo.jp/sightseeing/plan/pdf/02.pdf>
- 日本ガラパゴスの会
<http://www.j-galapagos.org/index.html>
- ガラパゴス(エクアドルのホームページ)
<http://www.galapagospark.org/png/index.php>
- 自然の力生命の力
<http://www.galapagospark.org/png/index.php>
- 世界遺産の観光客数
http://www5.cao.go.jp/j-j/cr/cr05/pdf/chr05_koramu1.pdf
- 世界遺産登録について
<http://www.h6.dion.ne.jp/~kaientai/page014.html>
- GALAPAGOS CONSERVANCY
<http://www.galapagos.org/>
- Galapagos Invasive Species
<http://www.hear.org/galapagos/invasives/>
- 特定非営利活動法人 日本ガラパゴスの会 JAGA
<http://www.j-galapagos.org/>
- 「小笠原諸島」の世界遺産暫定一覧表への記載について<外務省・林野庁同時発表>
http://ogasawara.prec.co.jp/pdf/chiiki3/03_shiryu1.pdf
- hostelbookers.com <Galapagos Island in Danger>
<http://www.hostelbookers.com/info/news/18223460>
- washingtonpost.com <Invasive Species Threaten Galapagos`s Diversity>
[http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2006/02/26/AR2006022601025.](http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2006/02/26/AR2006022601025)

[html](#) | さ

- GLOBAL INVASIVE SPECIES DATABASE <Wasmannia auropunctata (insect)>
<http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=58&fr=1&sts=>
- Ant Web <Galapagos Ants
<http://www.antweb.org/galapagos.jsp>
- Charles Darwin Foundation
<http://www.darwinfoundation.org/>
- ガラパゴス Information
<http://www.galapagos.co.jp/info/>
- The World Bank
<http://www.worldbank.org/>

付録 ワークシート

p=0.1

t	固有種 St	外来種 Zt	外来種指数	観光客 Nt	駆除数 α	費用 C	固有種現在価値	費用現在価値	収入 R	収入現在価値	今期	積み立て
0	4.00	5.00	1.00	28.00	1.40	2.80	80.00	2.80	2.80	2.80	2.80	0.00
1	3.95	7.20	1.01	27.67	1.42	2.77	75.28	2.64	2.77	2.63	2.63	0.00
2	3.88	9.70	1.03	27.18	1.44	2.71	70.44	2.46	2.72	2.47	2.46	0.00
3	3.79	12.52	1.05	26.52	1.47	2.66	65.45	2.30	2.65	2.29	2.29	0.00
4	3.67	15.67	1.08	25.66	1.50	2.56	60.31	2.11	2.57	2.11	2.11	0.00
5	3.51	19.19	1.12	24.58	1.55	2.46	55.02	1.93	2.46	1.93	1.93	0.00
6	3.32	23.08	1.17	23.25	1.59	2.33	49.57	1.74	2.32	1.73	1.73	0.00
7	3.09	27.34	1.23	21.65	1.63	2.16	43.96	1.54	2.16	1.54	1.53	0.00
8	2.82	32.01	1.29	19.75	1.66	1.98	38.19	1.34	1.98	1.34	1.34	0.00
9	2.50	37.07	1.37	17.52	1.65	1.75	32.27	1.13	1.75	1.13	1.13	0.00
10	2.13	42.55	1.47	14.94	1.60	1.49	26.21	0.91	1.49	0.92	0.91	0.00
11	1.71	48.45	1.57	11.98	1.48	1.20	20.01	0.70	1.20	0.70	0.70	0.00
12	1.23	54.81	1.69	8.59	1.22	0.85	13.67	0.47	0.86	0.48	0.48	0.00
13	0.68	61.70	1.83	4.76	0.82	0.49	7.22	0.26	0.48	0.25	0.26	0.00
14	0.06	69.18	1.98	0.45	0.08	0.04	0.65	0.02	0.05	0.02	0.02	0.00
15	0.00	77.49	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	86.79	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	97.21	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	108.87	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	121.94	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	136.57	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	152.96	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	171.31	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.00	191.87	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	0.00	214.89	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.00	240.68	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
							638.25	22.34		22.34		

p=0.22

t	固有種 St	外来種 Zt	外来種指数	観光客 Nt	駆除数 α	費用 C	固有種現在価値	費用現在価値	収入 R	収入現在価値	今期	積み立て
0	4.00	5.00	1.00	28.00	3.08	6.16	80.00	6.16	6.16	6.16	6.16	0.00
1	3.95	5.52	1.01	27.67	3.12	6.09	75.28	5.80	6.09	5.80	5.80	0.00
2	3.90	6.05	1.03	27.30	3.15	6.00	70.74	5.44	6.01	5.45	5.44	0.00
3	3.84	6.59	1.04	26.89	3.20	5.92	66.37	5.11	5.92	5.11	5.11	0.00
4	3.78	7.13	1.06	26.45	3.24	5.82	62.16	4.79	5.82	4.79	4.79	0.00
5	3.71	7.65	1.07	25.96	3.29	5.72	58.12	4.48	5.71	4.48	4.48	0.00
6	3.63	8.16	1.09	25.44	3.33	5.59	54.25	4.17	5.60	4.18	4.17	0.00
7	3.56	8.65	1.11	24.89	3.38	5.47	50.54	3.89	5.48	3.89	3.89	0.00
8	3.47	9.11	1.13	24.30	3.43	5.35	46.99	3.62	5.35	3.62	3.62	0.00
9	3.38	9.52	1.15	23.68	3.47	5.21	43.61	3.36	5.21	3.36	3.36	0.00
10	3.29	9.88	1.18	23.03	3.51	5.07	40.39	3.11	5.07	3.11	3.11	0.00
11	3.19	10.18	1.20	22.35	3.56	4.93	37.34	2.88	4.92	2.87	2.88	0.00
12	3.09	10.40	1.23	21.65	3.58	4.76	34.45	2.65	4.76	2.65	2.65	0.00
13	2.99	10.56	1.25	20.94	3.61	4.60	31.73	2.44	4.61	2.44	2.44	0.00
14	2.89	10.63	1.28	20.22	3.64	4.45	29.17	2.25	4.45	2.25	2.25	0.00
15	2.78	10.60	1.30	19.49	3.64	4.28	26.78	2.06	4.29	2.06	2.06	0.00
16	2.68	10.47	1.33	18.76	3.65	4.13	24.55	1.89	4.13	1.89	1.89	0.00
17	2.58	10.23	1.36	18.04	3.64	3.97	22.49	1.73	3.97	1.73	1.73	0.00
18	2.48	9.88	1.38	17.34	3.65	3.83	20.58	1.59	3.81	1.58	1.59	0.00
19	2.38	9.40	1.41	16.66	3.62	3.66	18.83	1.45	3.66	1.45	1.45	0.00
20	2.29	8.80	1.43	16.01	3.57	3.50	17.24	1.32	3.52	1.33	1.32	0.00
21	2.20	8.09	1.45	15.41	3.56	3.39	15.80	1.22	3.39	1.22	1.22	0.00
22	2.12	7.22	1.47	14.85	3.54	3.28	14.51	1.12	3.27	1.12	1.12	0.00
23	2.05	6.18	1.49	14.36	3.48	3.15	13.36	1.03	3.16	1.03	1.03	0.00
24	1.99	5.00	1.50	13.94	3.47	3.08	12.35	0.96	3.07	0.95	0.95	0.00
25	1.94	3.62	1.51	13.60	3.44	3.00	11.48	0.89	2.99	0.88	0.88	0.00
							979.11	75.39		75.39		

p=0.61

t	固有種 St	外来種 Zt	外来種指数	観光客 Nt	駆除数 d	費用 C	固有種現在価値	費用現在価値	収入 R	収入現在価値	今期	積み立て
0	4.00	5.00	1.00	28.00	8.54	17.08	80.00	17.08	17.08	17.08	17.08	0.00
1	3.95	0.06	1.01	27.67	2.84	5.54	75.28	5.28	16.88	16.07	16.07	10.80
2	3.95	0.00	1.01	27.68	2.77	5.41	71.73	4.91	16.88	15.31	26.11	21.20
3	3.96	0.00	1.01	27.70	2.77	5.42	68.36	4.68	16.89	14.59	35.80	31.11
4	3.96	0.00	1.01	27.71	2.77	5.43	65.14	4.47	16.90	13.91	45.02	40.55
5	3.96	0.00	1.01	27.73	2.77	5.44	62.08	4.26	16.92	13.25	53.81	49.55
6	3.96	0.00	1.01	27.75	2.77	5.45	59.16	4.07	16.93	12.63	62.18	58.11
7	3.97	0.00	1.01	27.76	2.78	5.46	56.37	3.88	16.94	12.04	70.14	66.26
8	3.97	0.00	1.01	27.78	2.78	5.47	53.72	3.70	16.95	11.47	77.73	74.03
9	3.97	0.00	1.01	27.80	2.78	5.48	51.19	3.53	16.96	10.93	84.96	81.43
10	3.97	0.00	1.01	27.81	2.78	5.49	48.79	3.37	16.97	10.42	91.85	88.48
11	3.98	0.00	1.01	27.83	2.78	5.50	46.49	3.22	16.98	9.93	98.40	95.19
12	3.98	0.00	1.01	27.85	2.78	5.51	44.30	3.07	16.99	9.46	104.64	101.58
13	3.98	0.00	1.00	27.86	2.79	5.52	42.22	2.93	17.00	9.01	110.59	107.66
14	3.98	0.00	1.00	27.88	2.79	5.53	40.23	2.79	17.01	8.59	116.25	113.46
15	3.99	0.00	1.00	27.90	2.79	5.54	38.34	2.66	17.02	8.19	121.65	118.98
16	3.99	0.00	1.00	27.91	2.79	5.55	36.54	2.54	17.03	7.80	126.78	124.24
17	3.99	0.00	1.00	27.93	2.79	5.56	34.82	2.43	17.04	7.43	131.67	129.25
18	3.99	0.00	1.00	27.95	2.79	5.57	33.18	2.31	17.05	7.08	136.33	134.02
19	3.99	0.00	1.00	27.96	2.80	5.58	31.62	2.21	17.06	6.75	140.77	138.56
20	4.00	0.00	1.00	27.98	2.80	5.59	30.13	2.11	17.07	6.43	145.00	142.89
21	4.00	0.00	1.00	28.00	2.80	5.60	28.71	2.01	17.08	6.13	149.02	147.01
22	4.00	0.00	1.00	28.01	2.80	5.61	27.36	1.92	17.09	5.84	152.85	150.93
23	4.00	0.00	1.00	28.03	2.80	5.62	26.07	1.83	17.10	5.57	156.50	154.67
24	4.01	0.00	1.00	28.05	0.09	0.18	24.85	0.06	17.11	5.31	159.98	159.92
25	4.01	2.72	1.00	28.07	0.10	0.19	23.68	0.06	17.12	5.06	164.98	164.92
							1200.37	91.36		256.28		