

エコツーリズムによるオランウータン保護

～ 経済と環境の融合～

by 小池 洋次

要約

以下の論文は、私（＝小池洋次）が、慶應義塾大学経済学部・大沼あゆみ研究会において学んだ環境経済学・資源経済学の観点から、エコツーリズムを用い、インドネシアとマレーシアに生息しているオランウータンを保護するということについて論じた卒業論文となっている。

最初に、これまでの私達の社会について再考してみる。これまでの私達の社会は、自分たちの生活を豊かにするために、利益を追求することを何よりも優先させてきた社会だったと言える。これを徹底することにより、私達の生活は確かに豊かになったと言えるが、しかしその陰で、自然の資源を無秩序にむさぼり、また自然を破壊し続けてきた社会であったことも確かである。すなわち、これまでの利潤追求型の社会においては、経済と環境が両立されていなかったのであり、昨今叫ばれている環境問題の根本的な部分には、こういった問題が常に存在しているのである。

そこで、こういった問題を学問として扱っているのが環境経済学である。環境経済学の目指すものは、これまで両立できていなかった経済と環境の融合であり、それによってもたらされる「持続可能な発展」である。最近最も取り上げられている環境問題の一つである、地球温暖化の問題を解決する上でも、この理念が必要不可欠なものとなっていることは言うまでもないが、今現在、地球温暖化の問題に限らず、日本を含む先進国においては、これまでの利潤追求を最優先させていた社会構造を改め、持続可能な発展を目指す社会構造へと変化させつつあり、この流れは歓迎すべきことである。しかしこういった持続可能な発展を目指す動きは、先進国などのまだごく一部でしか見られていないという問題があるうえ、以下の「はじめに」でも触れているが、生物多様性の破壊という問題においては、その動きが十分であるとは決して言えないという問題もある。

そこで私は、発展途上国においてオランウータンという動物が絶滅の危機に瀕しているという問題に目をつけ、こういった生物多様性破壊の問題を環境経済学の観点から解決できないかと考え、この論文を書くに至った。よって以下の論文では、持続可能な発展を可能にし得る「エコツーリズム」を用いたオランウータンの保護について論じている。

第一章では、今回テーマとして選んだオランウータンがどういった動物か、また数多くいる絶滅危惧種の中からなぜオランウータンを選んだかについて述べ、さらにオランウー

タンの個体数が減少してしまっている現状、その原因などについて考察している。そしてそれらの考察を通し、オランウータン減少の原因の背景に、オランウータンが生息している農村部において、貧困問題と環境教育の遅れという問題があることを指摘している。

第二章では、オランウータンの減少を食い止め、持続可能な発展を可能にする手段としてエコツーリズムを紹介している。そして、エコツーリズムの成功例であるコスタリカの例を見ることでその実用性を、またインドネシア・マレーシアにおけるエコツーリズムを見ることでその可能性をそれぞれ検証し、エコツーリズムには環境教育が必要不可欠であること、またエコツーリズムのマスツーリズム化という問題点があるということについて言及している。

第三章では、第一・第二章を通じて考察した、エコツーリズムにおける環境教育の重要性について、資源経済学のモデルを用いて実証している。さらに、エコツーリズムのマスツーリズム化の問題を、環境経済学のモデルを用いることでその解決策を検証し、マスツーリズム化による環境への被害を、エコツーリズムの中に内部化することが必要だと結論づけている。

以上、第一章から第三章を受けて、第四章ではエコツーリズムがオランウータンの保護に有効であるが、それを成功させるために環境教育という土台が必要であり、今後インドネシア・マレーシアの両政府が環境教育に力を入れること、またその費用が莫大であるため、自然保護区などにおける入場料を環境教育費用に充てる必要があると結論づけている。

エコツーリズムによるオランウータン保護

～ 経済と環境の融合～

慶應義塾大学経済学部
大沼あゆみ研究会
4年11組 No.20208965
小池 洋次

エコツーリズムによるオランウータン保護

～ 経済と環境の融合～

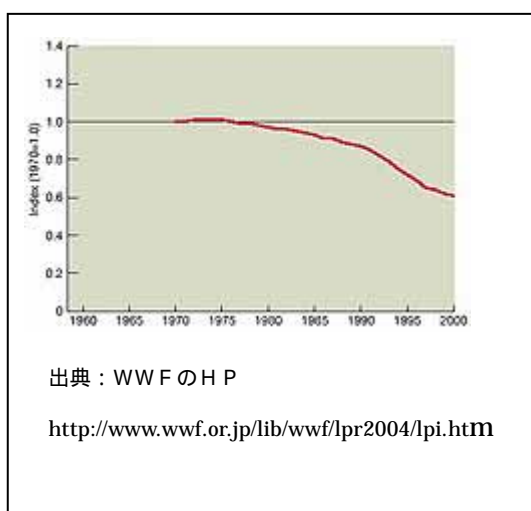
“ わが生涯に一片の悔いなし ”

By ラオウ (北斗の拳 16 巻より)

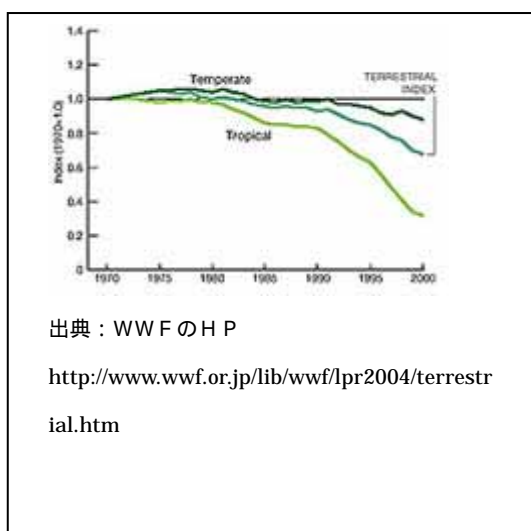
はじめに

近年、京都議定書が発行され、地球温暖化などといった環境問題が一層注目されるようになってきている。日本においては、2005年に「愛・地球博」という、環境をテーマとした万博が行われるなど、環境問題は以前より市民に浸透し、より身近な問題として捉えられるようになってきたと言える。そうした流れの中で、日本企業においても、排出権取引など、環境をビジネスとして経済活動を行う動きが鮮明に見られるようになり、これまで是对立関係にあった経済と環境を融合させ、持続可能な経済発展を目指そうとしている動きは確実に広がっている。しかし環境問題には、地球温暖化のように人類に直接影響があり、世界規模でその対応に当たらなければならない問題だけでなく、非常に局地的であり、また人類に直接影響がないために見過ごされ、時には問題の解決が先延ばしにされているような問題がまだ数多くある。そこで私は、温暖化のように人類に直接影響がある世界規模の環境問題ではなく、日本などの先進国には直接影響が少ないうえ、問題の実体が非常に見えづらい「生物多様性の破壊」という問題に注目し、この論文のテーマとすることとした。生物多様性の破壊については、世界各国でその問題が進行していると言えるが、とりわけその破壊が著しい地域は、熱帯雨林など、非常に多くの「種」が生息する地域を保有している発展途上国である（以下の図参照）。これらの国々では、その貧しさから地域によっては十分な環境教育が行き届いておらず、環境問題自体があまり認識されていないという問題があるうえ、経済的な問題から、人々が森林保全よりも自分たちの生計

を立てることを優先させてしまっているため、知らないうちに直接または間接的に多様性の破壊に荷担してしまっているという問題もある。このように、生物多様性の破壊の問題は未だに悪化の一途たどっており、なんらかの対策を講じる必要があると言える。そこで私はこの論文において、地球温暖化の問題において見られるような、経済と環境を融合させた持続可能な発展を、生物多様性破壊の問題においても実現できないのかという、その可能性を探ることとし、その手段として、野生のオランウータンを観察できる「エコツーリズム」というものを提案していきたい。



左の図は、世界の生物多様性の状態を示す指数である、生きている地球指数^{*1}（LPI = Living Planet Index）を。世界中の陸域・淡水・海洋の生態系に生息する脊椎動物種の個体数の変動を測定するものであり、この指数が1970年から2000年の間に40パーセントも低下したことを示している。



左の図は、陸生生物種個体数指数を表しており、1970年から2000年の間に陸生生物種個体数が約30パーセント減少したことがわかる。中でも、熱帯陸生生物種個体数（Tropical）は約65パーセントも減少しており、熱帯地域における生物多様性破壊の悲惨な現状が読みとれる。

^{*1} LPI(生きている地球指数)は3つの別々の指数の平均であり、世界中の陸生生物種555種と淡水生物323種と海洋生物267種の数の変化を測定している。
 以上：WWFのHP参照

目次

エピブラフ	・・・	4
はじめに	・・・	4
目次	・・・	6
第1章 オランウータンの現状		
1.1 なぜオランウータンなのか？！	・・・	7
1.2 オランウータンとは？！	・・・	7
1.3 熱帯雨林の生態系におけるオランウータン	・・・	8
1.4 人気の面から見たオランウータンの重要性	・・・	11
1.5 オランウータンの現状	・・・	13
1.6 オランウータン減少の原因	・・・	13
1.7 オランウータン減少の原因の背景	・・・	16
1.8 まとめ	・・・	19
第2章 エコツーリズム		
2.1 エコツーリズムとは？！	・・・	20
2.2 エコツーリズムの概念	・・・	21
2.3 エコツーリズムの成功例	・・・	21
2.4 エコツーリズムの矛盾	・・・	23
2.5 エコツーリズムによるオランウータンの保護	・・・	23
2.6 インドネシア・マレーシアにおけるエコツーリズム	・・・	25
2.7 まとめ	・・・	29
第3章 モデル分析		
3.1 環境教育についての分析	・・・	30
3.2 マスツーリズムについての分析	・・・	34
第4章 結論	・・・	38
参考文献	・・・	40
分析モデルのデータ	・・・	41

第1章 オランウータンの現状

1.1 なぜオランウータンか？！

「はじめに」で見た通り、熱帯雨林を保有する発展途上国においては、他の地域に比べて急激に種の減少が進んでいると言える。そういった現状の中で、私はオランウータンという種に絞ってこの論文を進めていくが、この章では私がオランウータンに絞った理由、またオランウータン保護の重要性について明らかにしていくこととする。

1.2 オランウータンとは？！



出典：WWFのHP

<http://www.wwf.or.jp/wildlife/orangutan/distribution.htm>

最初に、ここではオランウータンとはいったいどのような動物なのかということについて見ていく。まずオランウータンという名前は、マレー語で「森の人」という意味。分類は霊長目ヒト科に属し、頭胴長 97 cm (雌：78 cm)、身長 137 cm (雌：115 cm) と、アジアで唯一の大型類人猿となっている。赤みをおびた体毛は、密度は低く、長くて荒い。雄は成長すると体毛が非常に長くなることに加え、頬の肉ひだが大きく発達するなど、雄と雌との区別がはっきりしているという特徴がある。生息地は、インドネシアとマレーシアのボルネオ島とスマトラ島だけであり、今現在はボルネオ島に生息するボルネオオランウータン (*Pongo pygmaeus*) と、スマトラ島に生息するスマトラオランウータン (*Pongo abelii*) の二種に分類されている。オランウータンは、その生活のほとんどを樹の上でおくという、樹上生活を営んでおり、そういった樹上生活をする霊長類の中では最大の種である。樹上生活のため、腕は長く発達している一方、足は退化してしまっているが、地上を歩くこともできる。食に関しては、熱帯林に育つ野生のマンゴーやドリアン、マンゴスチン、イチジクなど、基本的に果実を好んで食べるとされているが、その他にも若葉や新芽、昆虫、樹皮や時には鳥の卵なども食べることもある。

行動範囲は広いが、ゆっくり行動し、樹木にぶら下がり隣の木に手が届くまで、木を揺すって移動する。基本的には単独で行動するが、子育てをする母親から離れても、母子・兄弟・姉妹関係は継続していて、グループのような社会関係を持っているとも言われてい

る。さらに、いつ、どこに、どんな果実がなるかをしっかり認識していたり、蜂蜜の採取に木の枝を適当な大きさに折って使うなど、道具の利用もでき、非常に頭がいいことで知れ、動物の中でも人気が高い所以となっている。

1.3 熱帯雨林の生態系におけるオランウータン

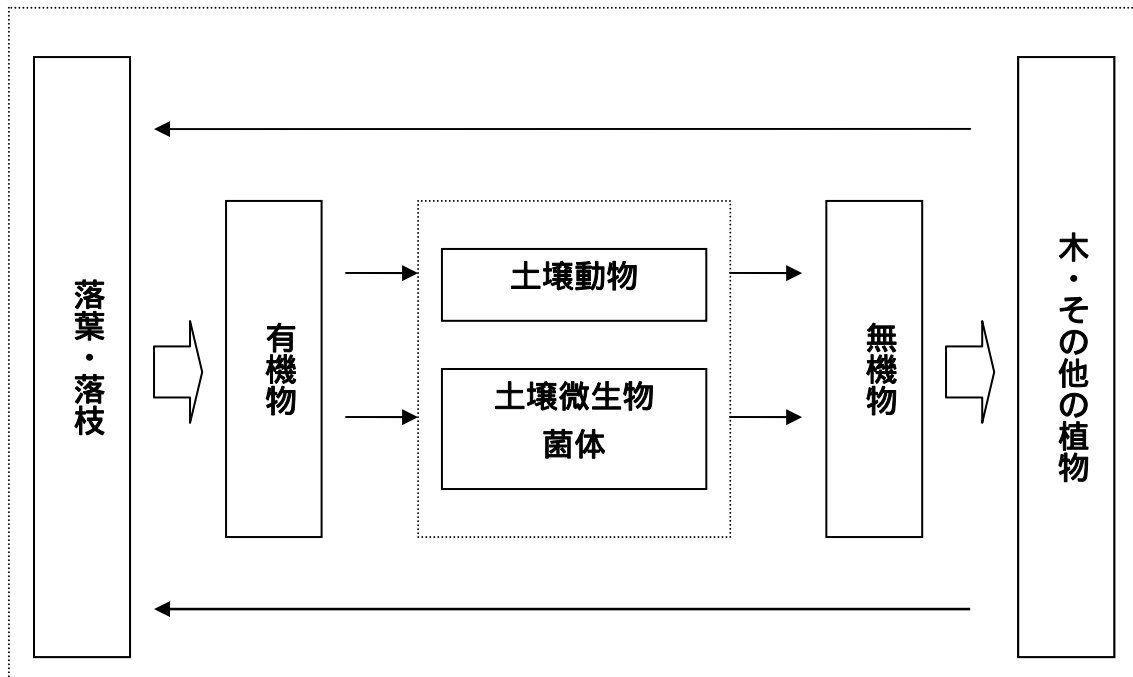
オランウータンがどういった動物であるかは上記で確認したが、オランウータンは熱帯雨林の生態系においてどういった位置づけにあるのかについて、またその重要性について以下で見ていくこととする。

1.3.1 熱帯雨林の生態系

まずオランウータンなど、数多くの種がその住みかとしている熱帯雨林の生態系について確認していくが、熱帯雨林の生態系においては、熱帯雨林による個体維持活動（この論文では、森林植物が種から成長し、枯れるまでに行う、生きるのに必要な活動を生命維持活動と呼ぶこととする。）と種族保存行為（この論文では、森林植物が種子を用いて自らの子孫を残そうとする行為を種族保存行為と呼ぶこととする。）の2つが、そこに住む生物達と密接に結びついていると言える。そこで、この2つを中心に熱帯雨林の生態系について見ていくこととする。

1.3.2 熱帯雨林の生態系（個体維持行動）

熱帯雨林の個体維持行動は、陸上生態系で最も典型的な形であり、森林とその土壤に住む土壤動物などによって行われる物質循環の一役を担っていると言うことができる。（以下の図参照）



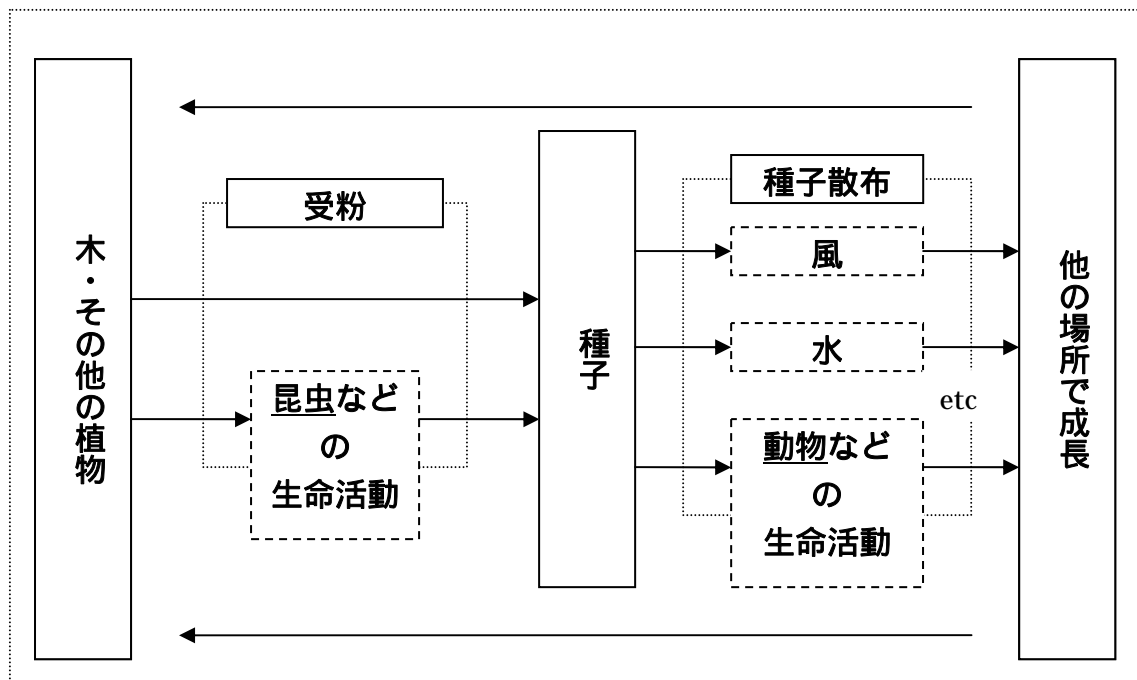
物質循環とは、上の図に示したような有機・無機の物質の流れ・循環を指す。簡単に説明すると、森林植物は生命維持活動として、土壌から吸収した各種養分や水分と、大気から吸収した二酸化炭素を用いて、光合成により有機物の生産を行っている。こうして、森林植物の生命維持活動から生産された養分の一部は、落葉落枝などとして土壌に還元されていくのだが、還元された養分は、この後土壌動物や、細菌、放線菌、糸状菌、担子菌、藻類などの各種微生物の栄養源かつエネルギー源として分解・無機化されるのである。さらに、こうして土壌動物の生命活動によって最終的に分解・無機化された養分は、再び森林植物の生命活動維持に必須な養分として供給され、一部は森林植物の体内に蓄積されるが、残りは再び落葉落枝などの有機物として土壌生態系に還元されるのである。すなわち、森林植物と土壌動物の間で絶え間ない物質循環が行われているのであり、これが熱帯雨林の生命維持活動と土壌動物などが密接に結びついた生態系の特徴である^{*3}。

しかし、こういった物質循環は陸上生態系における典型的な特徴であるが、熱帯雨林においては、熱帯地方特有の多量な降水量によって引き起こされる土壌の養分流失という問題により、この物質循環を妨げられることがある。これは、上記で確認したように、例えば森林植物が落葉落枝によって土壌に栄養分を還元したとしても、熱帯地方においては、その落葉落枝からの養分が土壌に吸収されてまもなく多量な雨が降ってしまうため、雨と共にそういった栄養分が流れていってしまうということであり、すなわち物質循環の破綻を招きかねない問題であると言える。

*3 2004年度 慶應義塾大学経済学部 大沼あゆみ研究会森林パート論文
P15 1.10~1.19を参照

1.3.3 熱帯雨林の生態系(種族保存行為)

次に、熱帯雨林の種族保存行為と他の生物が密接に結びついた生態系について見ていくが、これは熱帯雨林や森林植物が、動物や昆虫などに食料と住みかを提供する代わりに、それらの受粉や種子散布など、種族保存行為を動物や昆虫に手助けしてもらうというものである(以下の図参照)。



これらを個別に見ていくと、受粉に関しては、東南アジアに生息するハリナシバチが蜜を集める過程において、調査された270種の種子植物のうち、およそ25%において花粉媒介するということが例としてあげられ、昆虫と熱帯雨林の密接な関係があると言える。また種子散布に関しても、58種の木本植物の果実について自動撮影装置を用い、訪れる果実食者群集が調査されたところ、哺乳類24種、鳥類5種、爬虫類2種が記録され、これらの動物の多くが貯食行動をもつことから、それら動物が自らの食として果実を食べるだけでなく、それらの種子を散布する重要な役目があることが示唆されたという研究結果があり、ここからも動物と熱帯雨林の密接な関係があると言える^{*2}。よってこれらが、熱帯雨林の種族保存行為と昆虫、動物が密接に結びついた生態系である。

以上1.3.2、1.3.3で熱帯雨林の生態系についてみてきたが、以下ではこの論文で取り上げ

^{*2} <http://www.airies.or.jp/wise/j/J95E0200.htm>を参照

るオランウータンに、こういった生態系の中でこういった役割があるのかについて詳しく見ていくこととする。

オランウータンには熱帯雨林の生態系において大きな役割が二つあると言える。一つは土壌への栄養分の補給者としての役割であり、もう一つは 1.3.3 で見たような、種子散布者としての役割である。

まずは土壌への栄養分の補給者としての役割について見ていくが、これは 1.3.2 の最後で確認した、熱帯雨林特有の土壌養分流失の問題を補完する役割である。具体的に言うと、オランウータンが出す排泄物が地面に落ちた時の話になるが、オランウータンの出した排泄物には非常に多くの栄養分が含まれているので、雨の後の栄養分が少なくなってしまう土壌にとっては貴重な栄養補給源になるということである。しかし、この役割に関しては、オランウータンだけに限られるものではなく、他の動物も同様にその役割を担っている。

続いて種子散布者としての役割について見ていくが、これは 1.2 のところで紹介した、オランウータンの主食がマンゴーやドリアン、マンゴスチン、イチジクなどといった果実であるということが密接に関わっている。具体的に言うと、マンゴーやドリアン、マンゴスチン、イチジクなどの果実達は、オランウータンに果実を食べさせる代わりに、自らの種子を散布してもらっているのであり、これは 1.2 で確認したような、熱帯雨林の種族保存行為の手助けをオランウータンが行っているということである。そして、さらにここで重要になってくることは、オランウータンの知能とその行動範囲である。オランウータンは、上記で見た通り、非常に頭がよく、いつ、どこで、どんな果実がなるのかをしっかりと認識している。これにより果実は、実が熟れた時期に確実に種子を散布してもらえることができ、加えてオランウータンは行動範囲が広いので、その種子を遠くまで運んでもらうことができるのである。すなわち、オランウータンは他の動物に比べて、種子散布者として適任であり、熱帯雨林の生態系と非常に強いつながりを持っているのである。以上より、オランウータンが熱帯雨林の生態系において大きな役割を担っているということがわかった。

1.4 人気の面から見たオランウータンの重要性

オランウータンは、その知能の高さからくる愛嬌により、非常に人気の高い動物であり、またその知名度も高い。Discovery CHANNEL が放映している Animal Planet という番組のホームページ上で行われた、世界 72 カ国の視聴者に対するインターネット限定での世界最大規模の動物人気コンテスト「世界の人気者コンテスト」において、オランウータンが第 9 位にランクインされたことはその裏付けであると言っても過言ではない。また近年動物園として成功を収めている旭川動物園や、多摩動物公園においては、オランウータンの綱渡りが目玉の一つとして大々的に宣伝されており、テレビでも何度か取り上げられてい



出典：多摩動物公園のHP

<http://www.gws.ne.jp/tama-city/tama-zoo/news/2005/news.141.html>

る。また、2章で詳しく見るエコツーリズムにおいても、H.I.S がエコツアーの目玉の一つにオランウータンの見学入れているなど、人々がオランウータンに興味を持っており、オランウータンが引き寄せる魅力を持っていることが伺える。

アニマルプラネット「世界の人気者コンテスト」順位

(世界の結果)

順位	動物	順位	動物
1	トラ	6	ヘビ
2	イヌ	7	ゾウ
3	イルカ	8	チンパンジー
4	ウマ	9	オランウータン
5	ライオン	10	クジラ

出典：アニマルプラネットHP

<http://japan.discovery.com/animal-planet/wfa/index.html>

(日本の結果)

順位	動物	合計	順位	動物	合計
1	イヌ	6,724	6	ゾウ	1,605
2	イルカ	6,064	7	ウマ	1,009
3	クジラ	1,712	8	チンパンジー	562
4	トラ	1,608	9	オランウータン	457
5	ライオン	1,339	10	ヘビ	217
					20,757

出典：アニマルプラネットHP

<http://japan.discovery.com/animal-planet/wfa/index.html>

1.5 オランウータンの現状

上記で確認した通り、オランウータンは熱帯雨林の生態系において重要な役割を担っているということがわかった。しかしそのオランウータンの個体数は、100年前に比べると約92%も減ってしまったと言われており、近年では絶滅が心配されている。以前オランウータンは東南アジア全般に広く生息していたが、今はボルネオ島とスマトラ島にだけ生息しているだけで、ボルネオ島に住むボルネオオランウータンは現在1万2300～1万5500頭、スマトラ島に住むスマトラオランウータンは9200頭が生息しているとみられ、両島合わせても約3万頭足らずしか生息していないと推定されている。またその減少の仕方を見ると、ボルネオ島に生息するオランウータンの個体は1980年以來60%減少し、スマトラ島では1993年から2000年のわずか8年足らずの間に50%が減少したと考えられ^{*4}、近年に大幅な減少をしてしまったことがわかる。これにより、現在ボルネオオランウータンはレッドリストにおいて絶滅危惧種に、スマトラオランウータンは近絶滅種にそれぞれ指定されている他、ワシントン条約においてもオランウータンは付属書に記載されており、商業目的の輸出入が禁止されるなど、国際的にもその保護が叫ばれている。

1.6 オランウータン減少の原因

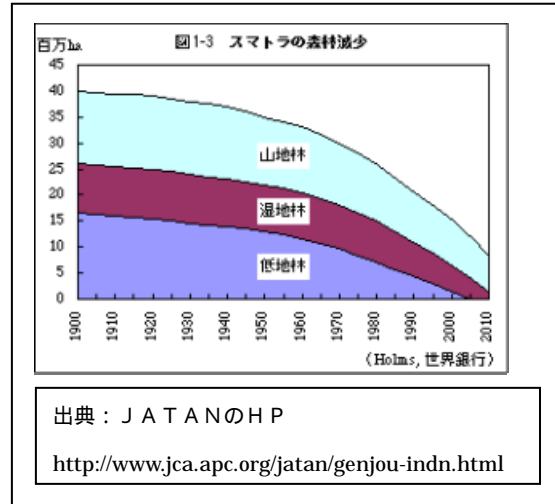
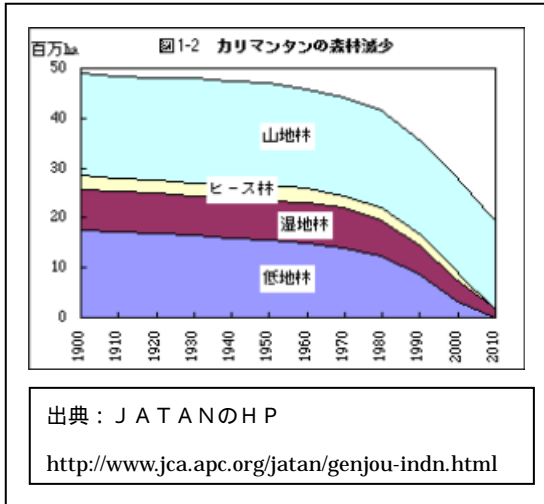
上記で見た通り、オランウータンの個体数が急激に減少してしまっている実態が明らかになったが、ではその原因は何なのであろうか。ここではその原因について詳しく見ていくこととする。

オランウータンが減少してしまっている原因は、大きく分けて二つ挙げることができる。まず一つ目は、オランウータンの生息地の減少であり、もう一つは密猟である。

1.6.1 減少の原因（生息地の減少）

最初に生息地の減少について見ていくが、オランウータンの生息地は2000年の時点で、既にもとの面積の約80%が失われたと推定されている。さらに、生息地の大規模な減少は今もなお続いており（以下のグラフ参照）そういった生息地の減少は森林伐採と森林火災という熱帯雨林の破壊によって引き起こされたものである。よって以下では森林伐採と森林火災の現状を詳しく見ていく。

*4 WWFのHP <http://www.wwf.or.jp/wildlife/orangutan/thrt.htm> 参照



森林伐採



オランウータンが住む熱帯雨林では、日本などへ輸出する木材をとるための商業伐採が盛んに行われている。中には自然保護区に指定されている場所であるにもかかわらず、違法に木を切る違法伐採が行われているという悪質な事例もある。その他にも、油ヤシなどの商品作物を大量に生産するため、森林を伐採してプランテーションへ転換することも多く行われており、熱帯雨林をプランテーションに変えるため、時として森林に火をつけて一気に焼き払ってしまうということが行われる時もある。こういった森林伐採は、樹上生活を行っているオランウータンの住みかを奪うだけでなく、その食事のメインとなっている果実をも奪う結果となり、一カ所で集中的に森林伐採が行われれば、その周辺地域からオランウータンが一気にいなくなってしまうという危険性もはらんでいるのである。

森林火災

1990年代、世界各地の熱帯で大規模な森林火災が相次ぎ、アジアでは、オランウータンが生息しているインドネシアとマレーシアで特に大規模な森林火災が発生した。この火災により、広大な熱帯雨林が焼失したうえ、多くの多様な動植物が被災したと考えられ、オランウータンもまたその例外ではなかった。WWFインドネシアの報告によると、1997年



出典：WWFのHP

<http://www.wwf.or.jp/wildlife/orangutan/thrt.htm>

にインドネシアで起こった森林火災では、ボルネオ中央部から西部、スマトラの南部において何千もの火災が発生し、およそ200万ヘクタールもの広大な森林が焼けたとされ、オランウータンにとって重要な生息地であったボルネオ島西部の国立公園を中心とした一帯では、火災後にオランウータンの数が激減してしまったと報告されている。

こうした火災が起きやすくなっている理由には、森林の伐採が進んだことで空気の通りがよくなり、もともと閉鎖され、湿度の高かった熱帯林が乾燥したこと、農園や人工林を作るために人が森に火をつけていること、またエル

ニーニョなどの異常気象などがあげられている。

以上オランウータン生息地の減少の問題について見てきたが、ここで起こっている森林伐採・森林火災の問題は、オランウータンに限らず、熱帯雨林の生態系そのものを破壊するものであり、先に見た熱帯雨林における種の減少の根本的な原因となっていて、解決しなければならない問題の一つである。

1.6.2 減少の原因（密猟・密輸）



出典：WWFのHP

<http://www.wwf.or.jp/wildlife/orangutan/thrt.htm>

オランウータンはその知能の高さからくる愛嬌により、ペットとしても非常に人気が高く、ワシントン条約によって輸出入の禁止がなされている動物であるにもかかわらず、違法な取引が多く行われてしまっており、オランウータンの急激な減少の原因の一つとなっている。毎年様々な国々でオランウータンの密輸が摘発されており、特に台湾では、1995年から1999年にかけて、およそ1000頭ものオランウータンが違法に輸入されていたと報告されている。また、オランウータンは成長すると体が大きく、力も強いので、売り買いされるのは大抵子どもオランウータンとなっており、子どものオランウータンを捕まえるため、母親のオランウータンが殺

されてしまうという悲劇も数多く報告されている。さらに、捕まえた子供のオランウータンも輸送途中で死んでしまうことが多く、密猟・密輸により減少してしまうオランウータンの数は、実際に密輸されているオランウータンの数よりはるかに多いと予想される。

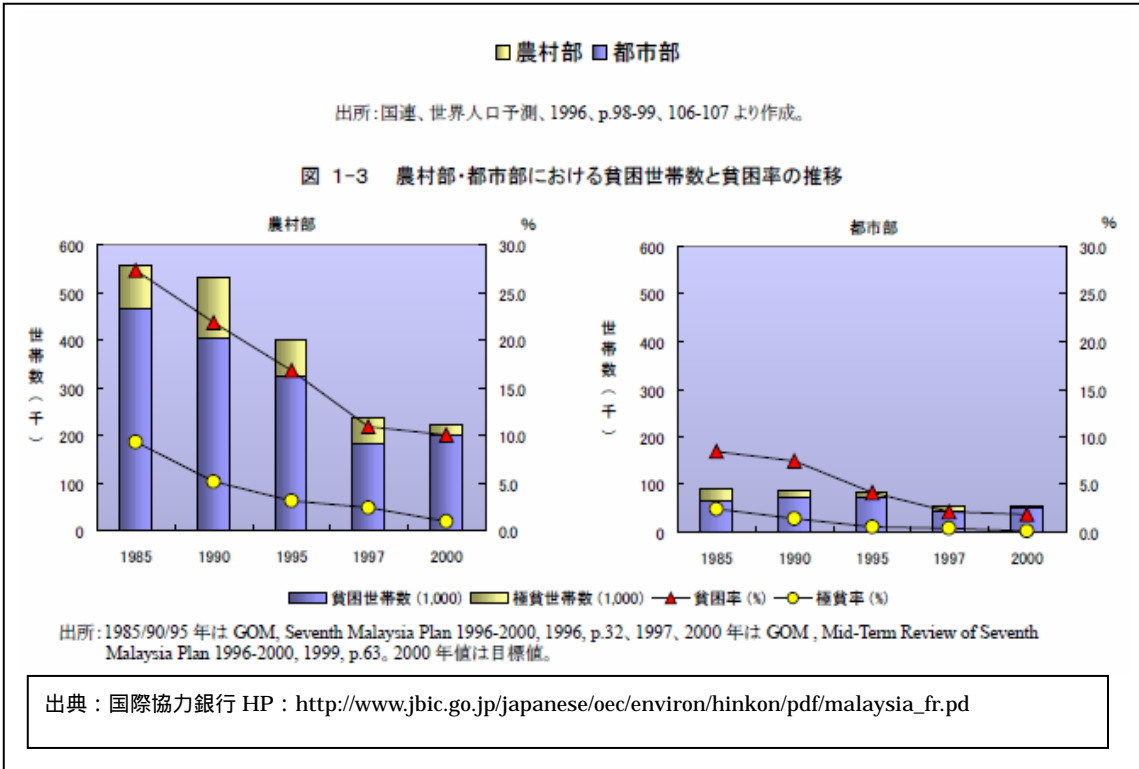
1.7 オランウータン減少の原因の背景

上記で見てきたように、生態系において重要な役割を担っているオランウータンの個体数は減少しており、その原因が生息地の減少と密猟・密輸であるということがわかった。そこで、ここではさらにそれらの背景にはいったい何があるのかについて考察していくこととする。

オランウータン減少の原因であげた、生息地の減少と密猟・密輸には、熱帯雨林付近にある農村部の貧困と、その地域における教育の遅れという問題があると考えられる。

1.7.1 森林伐採の背景

まず生息地の減少の背景について考えていく。生息地減少の原因の一つである森林伐採は、上記で確認した通り、伐採された木材を日本などの先進国に向けて輸出するという商業伐採である。こういった商業伐採が、合法かつ持続可能な範囲で行われているならばさほど問題とならないのであるが、近年は自然保護区においてまで違法伐採が横行してしまっており、これが熱帯雨林減少の大きな原因となっている。インドネシア政府が発表している公式なデータによると、丸太生産量は 1,200 万 m^3 しかないにもかかわらず、実際の国内における木材消費量は 6,300 万 m^3 にも達しており、木材の全生産量のうち約 8 割が違法伐採によるものと推計されている。また WWF は、合法であっても、国が保護価値の高い森林を所有しているにもかかわらず、その伐採許可を企業に与えてしまっている事例や、所有権の明らかではない森林に伐採許可を与えてしまっている事例があるとし、地方の役人が企業に買収されて勝手に伐採許可を与えてしまっていると指摘している。これはすなわち、農村部などを含めた地方が貧しいため、そういった不正に手を染めやすい状態にあると考えられ、実際世界銀行の調査によると、インドネシアにおける貧困層の約 75% が農村居住者であり、例え同じ州でも農村の貧困率は都市の貧困率の 3~4 倍にもなっているというデータが提示されている。また以下の国際協力銀行によって示されている図にある通り、マレーシアにおいても都市部の貧困率より農村部の貧困率が高くなっており、この結果はその内容と矛盾しない。また、商品作物を作るプランテーションのために森林伐採が行われるという場合においても、世界銀行の提示している、貧困層の 60% の人々が農業で生計を立てているというデータから、こういった人々が農業でしか生計を立てることができないため、森林伐採をして農地を新たに確保し、そこから収益をあげて貧困から脱出しようとしているという構図が推測できる。



1.7.2 密猟・密輸の背景

続いて密猟・密輸の背景に関して見ていく。ここで重要になってくることは、密猟・密輸を誰が行っているかということである。上記で確認した通り、オランウータンはその愛嬌からペットとして人気が高く、ワシントン条約で輸出入が禁止されているにもかかわらず、高値で取り引きされてしまっている。よってそこに目をつけて、オランウータンを不正に輸出・売買しようとする者が現れることは容易に想像ができる。しかし、そういった者は現地で直接オランウータンを捕まえるわけではなく、代わりにオランウータンを熱帯雨林から密猟してくる者が他にいており、そしてその密猟を実際に行う者が、オランウータン生息地付近の農村に暮らして、熱帯雨林について詳しい、貧しい住民達となっているのである。ここで問題となっていることとして考えられることは二つある。一つ目は、先の生息地減少の背景と同じく、地方の貧困問題ということになる。しかしその他にも、ここではオランウータンの隣人であり、本来はオランウータンを密猟者から保護すべきである農村の住民達が、オランウータンの密猟に手を染めてしまっているという問題もある。この背景には、地元住民がオランウータンという動物の価値を十分に認識できていないという問題があり、これはすなわち、地方の住民達に教育、さらには環境教育が十分行き届いておらず、安易に短期的な目先の利益に走ってしまっているということが

あると言える。

以下の表は、インドネシアとマレーシアにおける教育について表している。マレーシアにおいては、中等教育まで受けている就労者は 70%以上いるが、高等教育まで受けている者は少なく、またこの表から、農村部の教育レベルは都市部の教育レベルより低いということがはっきりわかる。一方インドネシアにおける初等教育は 95.0%と高い就学率となっているが、中・高等教育における就学率は共に 50%を切っており、環境についての教育が行われているとは考えにくい。また、今現在行われている環境教育についても調べたが、そのほとんどが他国の援助によって近年始められたものであり、またその教育を受ける対象者についても、自然環境管理のための人材であったり、大学生であったりと、初等から高等教育において環境教育が浸透しているとは言い難いものであった。以上より、この両国の状況に大差がないことから、地方における教育は都市部に比べて遅れており、さらに十分な環境教育を受けられているとは考えにくいと言える。

マレーシアにおける、農村部・都市部の就業者の教育レベル(1999年)

		教育なし	初等教育	中等教育	高等教育
マレー半島部	農村部	7.5%	32.7%	51.0%	8.8%
	都市部	2.9%	18.1%	60.3%	18.8%
サバ州	農村部	14.0%	39.0%	41.6%	5.4%
	都市部	7.1%	29.8%	52.9%	10.2%
サラワク州	農村部	22.9%	34.8%	36.1%	6.2%
	都市部	3.5%	20.5%	61.7%	14.3%

国際協力銀行のHP(http://www.ibic.go.jp/japanese/oec/environ/hinkon/pdf/malaysia_fr.pdf)を参照

インドネシアにおける就学率

	全体	男性	女性
初等教育(1996年)	95.0%	96.0%	93.0%
中等教育(1994年)	42.0%	45.0%	39.0%
高等教育(1995年)	11.0%	15.0%	8.0%

国際協力事業団のHP (http://www.jica.go.jp/global/poverty/profiles/pdf/ind_jap.pdf)を参照

1.8 まとめ

この章では、オランウータンが熱帯雨林の生態系において種子散布者として重要な役割を担っていること、またそのオランウータンの個体数が近年激減してしまっており、その原因が森林伐採や森林火災によるオランウータンの生息地の減少と、地方の貧しい農村住民によって行われる密猟などであるということ、またそういった減少の背景には地方の農村が貧しいこと、環境教育が遅れてしまっているということであると考察した。そして、こういった背景にある地方の貧困問題や環境教育の遅れの問題は、オランウータンの減少のみならず、その生息地となっているインドネシアやマレーシアという東南アジアの国々が抱えている問題であると言え、またそれが原因となって引き起こされる森林伐採に関して、非常に大きな問題として今日扱われている。そこで次の章では、そういった問題を解決する方法として私が提案する「エコツーリズム」というものについて見ていくこととする。

第2章 エコツーリズム

前章で見たように、オランウータン減少の背景には、インドネシアやマレーシアの地方における貧困の問題、環境教育の遅れの問題があり、さらには熱帯雨林の伐採による生態系の破壊という問題も引き起こされていることも指摘した。そこでこの章では、私が提案するエコツーリズムが、どのようにそういった問題の解決策になっていくのかについて論じていくが、最初にエコツーリズムとは一体どういったものなのかについて見ていくこととする。

2.1 エコツーリズムとは？！

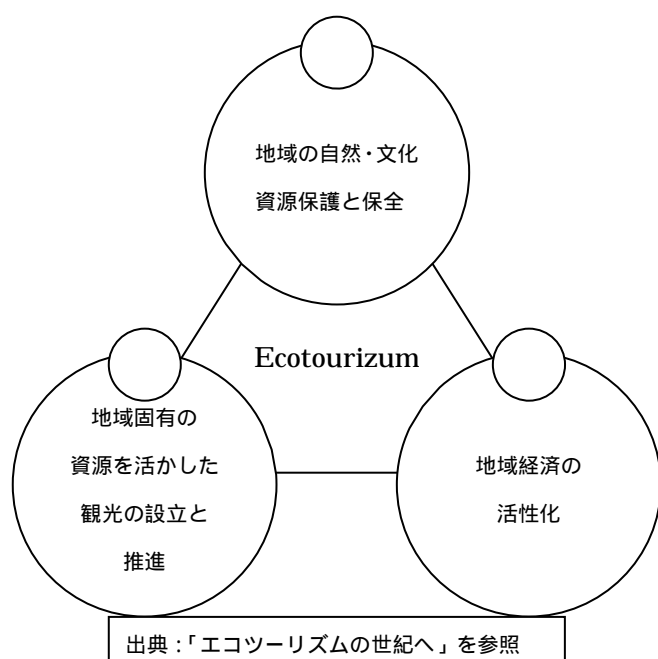
エコツーリズムという言葉は、観光分野における”sustainable development”への基本理念である。地球レベルでの環境問題の深刻化と持続可能な開発を目指す世界的な動きが大きく関与して生まれたものであり、その発端となったのは1972年の国連人間環境会議、さらに1980年の「持続可能な開発」というキーワードが初めて書かれた「世界環境保全戦略」(IUCN)の発表だったと言われている。

「観光とは、不特定多数の人が、ある時は国境を越えて移動して、訪問先の自然や人や文化等の資源と直接関わりを持つことで成立する産業である。ゆえにしばしば資源略奪型産業などと悪名を冠されることもあった。事実、世界的な巨大産業となった観光の環境保全に対する責任は大きい。観光とは、本来、地域の優れた資源を体験させ、見せる産業である。資本でもある資源を持続させていくことも観光産業の役割であり、観光による収入は環境保全に還元すべきだ、環境保全に必要な経済手段として観光業を利用することも考えられよう。エコロジカルなツーリズムこそ、これからの観光業が取るべき方向性であろう。」

こうして「エコツーリズム」は、観光分野における”sustainable development”への基本理念として、各国際機関で取り上げられ、世界的に普及することとなったとされている^{*5}。現在エコツーリズムは、旅行産業のなかで最も急速な成長を見せるセクターの一つであり、国際エコツーリズム協会の推定では、旅行産業全体の成長率が年7%であるのに対して、エコツーリズムは年20%の率で成長しており、2000年にはおよそ1540億ドルの売り上げたと試算されている。また、その自然保全の効果に関しても、アメリカの一部、カナダ、オーストラリアなどで商用伐採と観光を同時に行おうとする試みがなされているほか、オーストラリアのクイーンズランドでは、主要な土地の利用方法が、伐採から観光に変化しているなど、環境破壊が軽減し、さらに経済的な利益が増加したという事例も報告されており、エコツーリズムによる自然保全の効果も大いに期待されている。

^{*5} 「エコツーリズムの世紀へ」P181.12~P191.10 引用

2.2 エコツーリズムの概念



エコツーリズムの概念は、資源の持続なくしては成立せず、地域住民の参画なくしては資源は守れず、経済効果なくしては住民の参画は望めず、という三つの認識の上に成り立つ、観光産業と自然保護、地域振興の歩み寄りと融合のかたちであると言える。すなわち、左の三角形をバランスよく描けていることがエコツーリズムの理想であり、これを目指して実践される諸活動は、エコツーリズムの実現を目指しているといえることができるのである*6。

よってその目的は、「地域自然・文化、資源保護と保全」、「地域固有の資源を活かした観光の設立と推進」、「地域経済の活性化」の三つの目的をともに成立させることであり、その波及効果は、地域の暮らしがより豊かになること、資源が守られること、訪れた観光客に自然や文化と触れ合う機会が提供されることである。

2.3 エコツーリズムの成功例～コスタリカにけるエコツーリズム～



上記で、エコツーリズムがどういったものかについて見てきたが、ここでは実際にエコツーリズムで成功したと言われている中米のコスタリカ例を見ることで、エコツーリズムの効果を確認していくこととする。

まずはコスタリカという国に関してだが、コスタリカは中米に位置し、人口430万ほどの小国である。平和憲法を持つ国で、永世非武装中立の国としても有名であり、「中米のスイス」とも呼ばれている。

基本的には農業国であるが、パナマ地峡に接しており、北米大陸と南米大陸の双方の動物が共存しているために、貴重な動植物の宝庫としても有名で、約900種類の野鳥が生息し、1100種類以上のランが咲いているほか、熱帯乾燥林、マングローブ林、熱帯雨林、熱帯雲霧林、3,000

*6 「エコツーリズムの世紀へ」 P25 1.2～1.8 引用

mを越える山々、サンゴ礁、など、その自然環境は実に多種多様である。コスタリカ政府は早くからこうした豊かな自然との共生の道を選び、近年では積極的に観光立国を推進しているため、エコツーリズムの発祥の地と呼ばれ、またエコツーリズムの先進国の一つとして有名となっている。



出典：H.I.SのHP

http://www.his-j.com/tyo/eco/america_canada/eco-77.htm

具体的にコスタリカにおけるエコツーリズムを見ていくと、コスタリカにおいては上記で示したような地域特有の自然を保全しつつ（ ）それを観光資源とし（ ）さらにそうしてできた観光産業に、地元住民がガイドや宿の経営に携わることで参加している（ ）という構図がある。これはすなわち、エコツーリズムの概念で見た三つの認識をしっかりと満たしており、理想的なエコツーリズムとなっていることがわかる。

続けてエコツーリズムを実践したことによる効果を見ていくこととするが、重要な効果は以下の三つである。第一に、自然の保全が進んだということである。これはコスタリカの国土のおよそ27%が環境保全地域に指定されことや、また国立公園・自然保護区が34箇所にあつたことなど、以前より自然保護区が増えたことにより実証されている。第二に、地域経済が活性化されたことである。これは、国立公園や自然保護区ができたことにより、それらのスタッフの約8割が地元住民から採用されたことや、またその観光のガイド、宿の経営に地元住民が参加したことなどにより、地元住民にもエコツーリズムによってもたらされた利益が還元され、地方の貧困問題が解消されたということである。そして第三に、豊かな自然が観光資源として、地元住民により保全されているということである。コスタリカでは、観光産業が外貨獲得の第一位になるなど、エコツーリズムなどによって自然が貴重な観光資源となることが認識されつつあり、自然が自分たちに利益をもたらす貴重な資源であることを認識した地元住民が、自然を自主的に守るようになったのである。

ただし第三の効果に関しては、コスタリカならではの事情が裏にあるとあってよい。コスタリカは先に触れた通り、軍隊をもたない国であるが、これには平和憲法の存在があるからである。そしてコスタリカ政府は、この平和憲法を浸透させるために教育に非常に力を入れており、国費のおよそ30%を教育に費やしている。これにより、国民は初等・中等教育を無料で受けることができ、それによって国民の識字率は94%に達しているのである。そしてこの事情に加え、エコツーリズムによりコスタリカにおける自然の重要度が増したことで、今コスタリカでは、小学生のうちから国立公園や自然保護区に遠足に出かけるな

ど、環境教育にも非常に力を入れているという事情があり、これが地元住民の自然を守ることの土台となっているとすることができる。

2.4 エコツーリズムの矛盾

上記でエコツーリズムの効果などを見てきたが、理想的なエコツーリズムが行われていない場合や、また理想的なエコーリズムが行われたとしても、利益を求めてエコツーリズムが過度なツーリズムに変貌してしまった場合など、エコツーリズムにもいくつか落とし穴が存在する。そこで、ここでは理想的なエコツーリズムが実践されているコスタリカにおいて実際に起きている問題について見ていくこととする。

コスタリカは前の節でも見た通り、中米に位置する小国であり、経済的にもまだまだ発展途上国であると言える。こうしたコスタリカのような観光立国を目指す途上国にとっては、現状ではエコツーリズムによる外貨獲得が1位であり、十分と言えるかもしれないが、さらなる発展を目指すためには、外国からの観光客の拡大が何よりも重要になってくる。しかしエコツーリズムは、自然保全が前提であり、その自然を壊さないようにガイド付きの小規模ツアーが基本形態となっていて、決して現在のツーリズム業界において主流となっているマスツーリズム、つまり広く一般大衆が参加することができるような形態に向いているわけではないのである。それに対し、コスタリカ政府の観光庁は、さらなる発展を目指して、エコツーリズムよりも大規模リゾート開発に力を入れるようになりつつあり、エコツーリズムの理想的な形からはずれ、貴重な自然環境が破壊されてしまう危険性が生じてきているのである。

これはすなわち、現在主流であるマスツーリズムのような利潤追求型の観光と、エコツーリズムのような環境保全型の観光の両立が極めて難しいということであり、これはコスタリカに限らず他の途上国においても起こりうる問題として考慮に入れなければならない点である。

2.5 エコツーリズムによるオランウータンの保護

以上、エコツーリズムというものがどういったものかについて見てきたが、エコツーリズムが本来の理想的な形を達成したならば、自然保全や地域経済の活性化、さらに住民に自然を守るインセンティブを与えることができるということがわかった。そこでここでは、熱帯雨林の生態系において非常に重要な役割を担っているオランウータンの保護に、エコツーリズムがどういった効果を持っているのかについて見ていくこととする。

前章のまとめのところで確認した通り、生態系において重要な役割を担っているオラン

ウータンの個体数減少の原因には、生息地の減少と密猟があり、さらにその背景には、インドネシア・マレーシアにおける地方の貧困問題、環境教育の遅れという問題があった。よってエコツーリズムによりオランウータンの保護が行われるためには、以上の問題をエコツーリズムによって解決しなければならないということになる。そこでここでは、インドネシア・マレーシアにおいてコスタリカのような理想的なエコツーリズムが行われていると仮定して話を進めていく。

まず、理想的なエコツーリズムの形について確認するが、これは上記に示した図における「地域自然・文化、資源保護と保全」、「地域固有の資源を活かした観光の設立と推進」、「地域経済の活性化」の三つがバランスよく成り立っているということが必要である。そこで、まず図の 1 にある「地域自然・文化、資源保護と保全」を満たしている状態として、地域の資源をインドネシア・マレーシアに広がる熱帯雨林として考え、地域自然＝熱帯雨林を保存する、すなわちオランウータンをはじめとした多くの種の生息地を保全している状態として考える。続いて 2 の「地域固有の資源を活かした観光の設立と推進」の状態に関してだが、地域固有の資源とは、インドネシア・マレーシアに固有のもので、また観光の目玉になりうるものということになるので、すなわちここにオランウータンを当てはめることができるのである。これは第 1 章の中でも確認したが、オランウータンはインドネシア・マレーシアの一部にしか住んでいないうえ、その人気の高さからも観光客の需要を創出することができると考えられる。よって、オランウータンを資源として観光が成立し、またその後はオランウータンが観光資源としてみなされている状態であると考え。そして最後に「地域経済の活性化」の状態に関してだが、これはコスタリカの例を参考に、インドネシア・マレーシアの熱帯雨林の多くが国立公園や自然保護地域に指定され、そこで働く監視員として地元住民が採用され、またガイド、宿泊施設などで働く従業員も地元住民であった状態であると考え。

以上三つの状態で、エコツーリズムの理想的な形がインドネシア・マレーシアにおいて行われたと仮定すると、その効果として期待できることは、コスタリカの例と同様、第一に自然保護区がより増えて熱帯雨林が保全されること、第二に地域経済が活性化して地方の貧困問題が解決されること、第三にオランウータンが観光資源として認識されて地元住民によって保護されるようになること、という三つになる。よって、理想的なエコツーリズムがインドネシア・マレーシアにおいて実施された場合、以上の三つの効果から、オランウータン減少の原因である、生息地の減少、密猟、またその背景である貧困問題は解決されることができ、結論としてエコツーリズムはオランウータンの保護に効果的であると言える。

ただし、ここではコスタリカの様な理想的な形を実践できた場合においての話であり、実際に密猟の問題が解決されるためには、コスタリカのようなしっかりとした環境教育が土台として必要であると考えられる。これに関しては、前章で確認した通り、インドネシア・マレーシアにおいては不十分な点であるため、解決されることが望まれる。

2.6 インドネシア・マレーシアにおけるエコツアー

上記では、理想的なエコツーリズムが実践された場合におけるオランウータンの保護効果について見てきたが、現実のインドネシア・マレーシアに目を向けてみると、既にエコツアー自体は始まっている。そこでここでは、現在行われているインドネシア・マレーシアのエコツーリズムについて見ていくこととする。

2.6.1 インドネシアにおけるエコツーリズム

まずインドネシアにおけるエコツーリズムについてだが、最初にインドネシアにおける自然環境について確認していく。東西約 5100 km、南北約 1900 km に広がるインドネシアは、珊瑚礁、マングローブ林、低湿地から高山帯にいたる森林まで、多様な生息・生育環境、生態系を有している。さらに、バリ島とロンボック島との間からスラウェシ島にかけて、ウォレス線が通過しており、東南アジアとオセアニアの生物相の接点（東洋区とオーストラリア区の二つの生物地理区にまたがる）に位置し、それぞれに固有の生物種を有している。こうした地理的特性により、世界陸地面積の 1.3% の国土に、世界の 20% に相当する約 32 万 5000 種の動植物が生息している。中でもほ乳類は 500 種（世界の 12% に相当）で、一国に生息する種数としては世界最多であり、また鳥類は 1534 種（世界 5 位）のうちの約 4 割に相当する 371 種が固有種であるなど、インドネシアは世界でも有数の生物多様性に富んだ地域となっており*7、世界で 12 カ国ある生物多様性の特に高い「メガダイバーシティ国」の一つである。すなわち、エコツアーの成功例で確認したコスタリカよりも豊かで固有な自然をインドネシアは有しているのであり、この点においてはエコツーリズムに最適であると言える。

続いて、インドネシアの具体的なエコツーリズムについてみていくが、インドネシアでのエコツーリズムはまだ発展段階であると言える。インドネシアを経済面で見ると、観光産業に関しては、外貨獲得高において木材を抜いて石油・ガス、繊維に次ぐ、第 3 位の産業となっている。しかし、インドネシアを訪れる観光客のほとんどはバリ島などのリゾート地を訪れる人々であり、エコツーリズムに参加している観光客はまだそのほんの一部となっているのが現状である。また、エコツーリズム自体インドネシアにはまだ定着しきっておらず、WWF や JICA などが支援を行いながら、その普及を目指している。そこで以下では、そういった JICA の活動を通してインドネシアにおけるエコツーリズムの課題を取り上げ、続けてオランウータンの生息地の一つであるタンジュン・プティン国立公園において、実際に始まっているエコツーリズムを通してその解決策を探ることとする。

*7 「エコツーリズムの世紀へ」 P108 1.2~1.17 引用

JICAの活動



出典：E I C ネットのHP

<http://www.eic.or.jp/library/pickup/pu0411>

18.html

具体的にJICAの活動を見てみると、インドネシア生物多様性保全プロジェクト(1992年「日米グローバル・パートナーシップ・アクションプラン」に端を発して、野生生物保護と生物保護区管理を含む生物多様性に関する日伊の国際協力プロジェクト)におけるエコツーリズム活動が実施され、グヌンハリムン国立公園において、活動指針となるアクションプラン策定やガイドマップ等の教材作成、ガイド養成研修を、カウンターパートの政府機関の他、NGO、地域住民と協力して実施するとともに、教材の有効性やガイド技術

の検証、エコツーリズム活動の継続的実現のための課題抽出等が行われた*8。結果としては、持続的なエコツーリズム活動実現のため、利用者が継続して国立公園を訪れる状況を作ること、そのためのプロモーションが重要であり、今後多くのツアー客の興味を惹くプログラムを用意し、ツアー客の需要を生み出すことが課題挙げられた。

タンジュン・プティン国立公園におけるエコツアー

中央カリマンタンに位置する面積約30万haのタンジュン・プティン(Tanjung Putting)国立公園は、標高0~11mの低地に広がる熱帯湿潤林、ヒース林および泥炭湿地林などで構成されている。これらの低地林には、オランウータンを初めとして、オナガザルやマレーグマ、マメジカなどのほ乳類や、ホーンビルなど200種の鳥類も生息している。

ここでは、オランウータンのリハビリセンターやスコニャー川クルージングを訪れる観光客も多く、1995年には1300人がおとずれ、毎年増加傾向にある。エコツーリズムにより、宿泊(食事)、交通、土産などによる旅行者からの収入は、国立公園入園料を除き、6億8000万ルピア(約3400万円)から13億8000万ルピア(6900万円)と見積もられ、低所得の地元経済をいくらか潤しているという*9。すなわち、野生のオランウータンではなくても、オランウータンという動物を見るために多くの観光客が訪れているとことができ、上のJICAの活動で挙げたツアー客の需要を生み出すという課題を、オランウータンが解決してくれているとすることができる。

ただし、インドネシアにおけるエコツーリズムは未熟であるため、確かに地元経済を潤

*8 <http://www.eic.or.jp/library/pickup/pu041118.html> 参照

*9 「エコツーリズムの世紀へ」 P111.14~P112.3 参照

してはいるが、その利益の大半は、ポート業、ホテル代理店など少数に集中してしまっているという課題があり、今後よりエコツーリズムを発達させ、広く利益が行き渡るシステムを構築する必要があると言える。

また、オランウータンを見学するエコツーリズムに関して言うと、リハビリテーション施設において行われるツアーが主流となっていることには注意が必要である。なぜならば、リハビリテーション施設に関わる一部のみにしか、オランウータンの観光資源としての重要性が認識されないという可能性があり、インドネシアのように環境教育が不十分な地域においては、まだまだオランウータンが密猟の危機にさらされているからである。

2.6.2 マレーシアにおけるエコツーリズム



続いてマレーシアにおけるエコツーリズムについてだが、最初にマレーシアにおける自然環境について確認していく。マレーシアは、赤道に近いアジア大陸の南端に伸びたマレー半島と、海を隔てて浮かぶボルネオ島の北西部の2つの地域にまたがっており、全土の約65%が熱帯雨林のジャングルに覆われ、植物が1万5000種、陸上脊椎動物が1500種、無脊椎動物が15万種以上国内に分布しているなど^{*10}、インドネシア同様「メガダイバーシティ国」の一つとなっている。国内に生息する種の数だけで見ると、マレーシアはアジアの他のメガダイバーシティ国であるインドネシア、中国には及ばないものの、国土面積当りの種数について

は、これらの国、およびフィリピンよりも多いなど、インドネシア同様にエコツーリズムを行うには十分の固有な自然があるのである。

続いてマレーシアの具体的なエコツーリズムだが、マレーシアのエコツーリズムはマレーシア政府が積極的に推進していることもあり、インドネシアに比べるとかなり進んだものとなっている。ここではサラワク州のウル・アイ地域にて実際に行われているボルネオアドベンチャーというエコツーリズムについて見ていき、そこでの課題を考えることとする。

^{*10} IAIAのHP <http://www.seiryu.ac.jp/iaia-japan/news/news5-2/d00002.html> 参照

ボルネオアドベンチャー

ボルネオアドベンチャーは、1987年に責任あるツーリズムの推進を目指して設立されたものである。またボルネオアドベンチャーが実施されているサラワク州のウル・アイは、サラワク最後の野生オランウータンの生息地を守るため、バタンアイ国立公園が制定されている。ウル・アイにおけるボルネオアドベンチャーのコンセプトは、環境キャパシティの限度内、すなわちマスツーリズムとは対照的な、少人数のグループや参加型の持続可能なツアーに焦点を置き、ボルネオ固有の文化や自然資源を体験してもらうというものになっている。

この地域の人々はイバン民族で、およそ200年間この地に住んでおり、農業と漁業で生計を立ててきたが、農業では一定の収入を得ることができず、農業道具や衣服、学校の教材を買うことができないなど、長年貧困が問題となっていた。そこでボルネオアドベンチャーでは、この地域の自然を活かしたエコツーリズムを実施することで、この地域の人々をコックやガイド、ツアーアシスタントとして雇い、自然の保全と地域経済の活性化を目指したのである。その結果、地域経済に関しては、村人が確実な現金収入が得られるようになり、医療補助も受けられるようになるなど、地域の生活水準は向上し、見事に目標を達成することができたのである。しかしその一方で、保護されるべきオランウータンは、地元住民によって長年にわたり狩猟の標的となっていた時に比べれば、その重要性が認識されつつあるものの、いまだにハンティングが行われ、オランウータンの子供が密猟業者に売られてしまうという問題が起きている。

以上より、ボルネオアドベンチャーは持続可能なエコツーリズムであり、地域経済を活性化することには成功しているが、オランウータンの保護という点では成功しているとはいえず、地元住民が観光資源としてのオランウータンの重要性を認識しきれていないという問題があることがわかった。またこの問題に類似して、マレーシアでは1997年に発生した森林火災の際、サバ州・サラワク州においてオランウータンが違法なペット取引のために捕獲されてしまったり、火災とヘイズ（有害な煙霧）から逃げようと村に出てきたオランウータンが村人によって殺されてしまうなど、地元住民のオランウータンという観光資源への認識の低さが伺える。

以上、インドネシア・マレーシアにおけるエコツーリズムを見てきたが、インドネシア・マレーシア共に、自然が大変豊かという点でエコツーリズムを実施するには最適であり、また生態系において重要な役割をはたすオランウータンが、既にエコツーリズムの観光資源になりつつあることもわかった。インドネシアにおいては、今後エコツーリズムがより普及して、マレーシアで行われているようなエコツーリズムに発展する可能性が十分あるが、マレーシアの事例のように、インドネシアにおいても観光資源への認識の低さという問題が今後起こり得ると考えられる。しかし、ここで確認した地元住民の観光資源への認

識の低さの問題は、エコツーリズムに限った問題ではなく、ツーリズム業界全般の問題でもある。ラオスやキルギスなどにおいても、無秩序な観光開発や歴史文化資源の破壊という問題が引き起こされており、過去の事例を見ても、アクロポリスの神殿の石や万里の長城の煉瓦などが、住民によって建築資材に利用されてしまった事例など、貴重な観光資源が破壊されてしまった事例は事を欠かない。

すなわちツーリズムにおいては、地元住民によって観光資源の重要性が認識されていることが必須の条件であると考えられる。そしてエコツーリズムにおいては、コスタリカの例で見たような、初等・中等からの環境教育という土台が必要であり、エコツーリズムが今後も拡大していくと予想されるインドネシア・マレーシアにおいては、大きな課題となっていくと考察できる。

2.7 まとめ

この章では、生態系において重要な役割を担っているオランウータンを、エコツーリズムを通じて保護することができるかについて見てきた。そして、エコツーリズムの効果により、オランウータン減少の原因や背景などにあった様々な問題をエコツーリズムが解決し得ることもわかった。しかし、そういった問題を解決する上で、環境教育という土台がしっかりとしていなければ、エコツーリズムが実施されていたとしても、オランウータンが密猟にあってしまう危険があるということや、コスタリカのように理想的なエコツーリズムを実現できていたとしても、その後利潤を追求するあまり、エコツーリズム本来の持続可能なツーリズムの姿から離れ、マスツーリズム化してしまうため、逆に環境が破壊されてしまう危険があるという問題点も挙げた。そこで次の章のモデル分析においては、エコツーリズムにおける環境教育やマスツーリズム化の問題に焦点を当てて見ていくこととする。

第3章 モデル分析

ここでは、インドネシア・マレーシアにおけるエコツーリズムの環境教育の遅れの問題や、コスタリカの例に見られるようなマスツーリズム化の問題を、資源経済学を用いて分析し、さらにそこから最適なエコツーリズムの形を模索することとする。

3.1 環境教育についての分析

オランウータン増殖量関数

今、オランウータンの個体数を X_t によって表すことにする。

関数 $F(X_t)$ は、新規バイオマスの純量またはオランウータンの追加的個体数が、現在のバイオマスまたは現在の生物個体数の関数、つまり X_t の関数になっていることを示している。

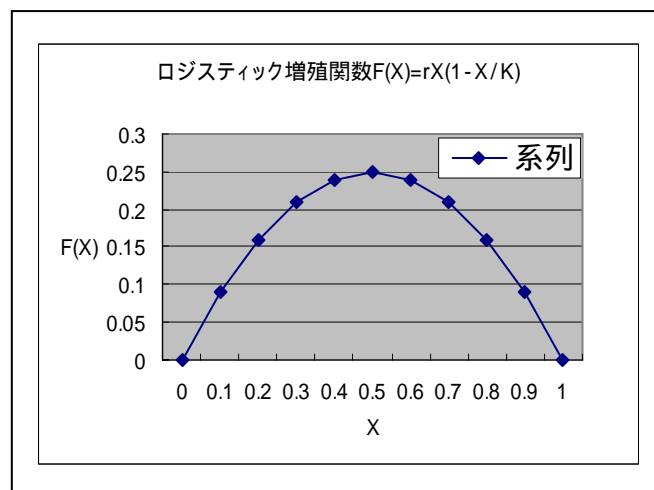
ここで、ロジスティック関数を

$$F(X_t) = rX_t(1 - X_t/K) \quad (1.1)$$

と表すことにする。 $r > 0$ は内的増殖率、 $K > 0$ は環境容量を意味する。

$F(X) = 0$ が、生息地の減少や密猟などによる個体の減少のない状態、あるいは「手付かずの」オランウータンの定常状態的均衡解に対応している。 $F(X) > 0$ の時、増殖率は正である。 $X = 0$ と $X = K$ で定常状態となる。

以下は $r = K = 1$ 、 $K_0 = 0.25$ の時のロジスティック増殖関数図にすると以下のようなになる。



エコツーリズム・努力量生産関数

本研究では、まずオランウータンを守るのに必要なエコツーリズム・努力量を、国立公園や自然保護区内における監視や管理、宿の経営などと、第二章で確認した、インドネシアやマレーシアにおいて必要と考えられる地元住民の環境教育の二つによって関連づけて考えることとする。エコツーリズム・努力量が産出で、監視や管理と環境教育が投入と捉えることとする。例えば、監視や管理努力または環境教育が増えた場合にオランウータン保護努力量が増加するということである。

エコツーリズム・生産関数

エコツーリズム・サービス生産関数は、 t 期におけるエコツーリズム・サービスを、 t 期のオランウータン資源とエコツーリズム・努力とに関連づけて考えることとする。エコツーリズム・サービスが産出であり、オランウータン資源とエコツーリズム・努力とが投入である。つまり、オランウータンを守ろうと努力することによって、オランウータンの個体数の減少が抑えられ、エコツーリズム・サービス生産量に影響を及ぼすのである。

一般にそれぞれの生産関数は $E_t = H(E_{t1}, E_{t2})$ 、 $Y_t = H(X_t, E_t)$ と表される。ここにおいて、生産関数は凹関数で、正の1階の偏微分は、前者が ($\partial H(\bullet)/\partial E_{t1} > 0, \partial H(\bullet)/\partial E_{t2} > 0$)、後者が ($\partial H(\bullet)/\partial X_t > 0, \partial H(\bullet)/\partial E_t > 0$)、非負の2階の交差偏微分は、前者が ($\partial^2 H(\bullet)/\partial E_{t1}\partial E_{t2} = \partial^2 H(\bullet)/\partial E_{t2}\partial E_{t1} \quad 0$)、後者が ($\partial^2 H(\bullet)/\partial X_t\partial E_t = \partial^2 H(\bullet)/\partial E_t\partial X_t \quad 0$) 非正の2階偏微分は、前者が ($\partial^2 H(\bullet)/\partial E_{x1}^2 \quad 0$)、後者が ($\partial^2 H(\bullet)/\partial X_t^2 \quad 0, \partial^2 H(\bullet)/\partial E_t^2 \quad 0$) を持つ。

当研究では生産関数 $E_t = uE_{t1}^\alpha E_{t2}^\beta$ 、 $Y_t = qX_t^\alpha E_t^\beta$ で、 $\alpha = \beta = 1$ であるようなケースを考える。

つまり $E_t = uE_{t1}E_{t2}$ 、 $Y_t = qR_tE_t$ である。後者の関数は、努力量あたりのサービス量 (Y_t/E_t) がオランウータンのストック水準 qX_t に比例するという仮定から生まれている。

オランウータン減少関数

生息地の減少や、密猟によるオランウータン個体数の減少量は、オランウータン資源とエコツーリズム・努力とによって関連づけて考えるものとし、エコツーリズム・努力がない時のオランウータン資源減少率を s 、減少分を sX_t とする。そこで、エコツーリズム・努力が行われた場合にオランウータン減少量は減少すると考えることできるので、

$$S = sX_t / (1 + \omega E_t) \quad (1.2)$$

と表すことができる。ここで $\omega > 0$ は、調整パラメーターである。

動学モデル

エコツーリズムによるオランウータン保護のモデルは2つの差分方程式からなる。まずはオランウータン資源の変化を示す差分方程式について見ていくが、生息地の減少や、密猟によるオランウータンの減少量を S_t とおき、減少しない場合には、オランウータンの準増殖率は正であるとかいていく。次に t 期から $t+1$ 期までのオランウータン資源の変化は $X_{t+1} - X_t$ であり、差分方程式

$$X_{t+1} - X_t = F(X_t) - S_t(X_t, E_t) \quad (1.3)$$

を満たす。

続けてエコツーリズム・努力量の変化を示す式差分方程式について見ていく。エコツーリズムにおける単位あたりの価格を $p > 0$ 、単位あたりの努力に要する費用を $c > 0$ とすると、 t 期におけるエコツーリズムからの利潤または純利益は $\pi_t = pH(X_t, E_t) - cE_t$ と表すことができる。 t 期における利潤が正であれば、 $t+1$ 期における努力量は拡大され则认为られ、反応が線形であると仮定すれば次のように表せる。

$$E_{t+1} - E_t = \eta [pH(X_t, E_t) - cE_t] \quad (1.4)$$

ここでの $\eta > 0$ は、調整パラメーターである。

この(1.3)と(1.4)の差分方程式を繰り返すことで、一つの「動学系」として表現することが出来る。エコツーリズムの動学体系がどうふるまう可能性があるのかを示すために、ロジスティック増殖関数と生産関数を使って(1.3)(1.4)を次のように書き換えてみる。

$$\begin{aligned}
X_{t+1} &= X_t + F(X_t) - S(X_t, E_t) = X_t + rX_t(1 - X_t/K) - sX_t/(1 + \omega E_t) \\
&= [1 + r(1 - X_t/K) - s/(1 + \omega E_t)]X_t
\end{aligned}
\tag{1.5}$$

$$\begin{aligned}
E_{t+1} &= E_t + \eta[pH(X_t, E_t) - cE_t] = E_t + \eta(pqX_tE_t - cE_t) \\
&= [1 + \eta(pqX_t) - c]E_t
\end{aligned}
\tag{1.6}$$

変数 $r, s, q, \omega, \eta, p, c$ と初期値 X_0, E_0 が揃えば、このシステムを前向きに繰り返し計算すれば、 X_t, E_t の振る舞いを観察することが出来るということになる。よって、以下では変数 $r, s, q, \omega, \eta, p, c$ と初期値 X_0, E_0 に値を入れてモデルを見ていくこととする。

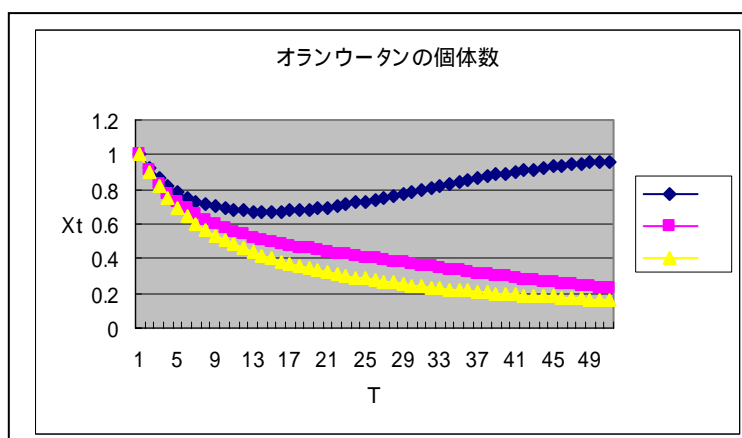
1・2章で触れた通り、オランウータンを保護するため、エコツーリズムによって生息地の問題、地方の貧困問題は解決されていたが、環境教育の問題に関してはインドネシア・マレーシア共に解決されておらず、それがオランウータン保護の障壁となり得るということを述べた。よって以下では、エコツーリズム努力量において、国立公園・自然保護区における監視等の努力 E_{t1} が全くなされておらず、環境教育努力も乏しいパターン、監視等の努力はされているが、環境教育が乏しいというインドネシアやマレーシアのパターン、監視等の努力も環境教育もなされているパターン、以上三つのパターンを見ることでエコツーリズムにおける環境教育の重要性を見ていく。まず、基準ケースにおいては、環境教育 E_{t2} 以外の数値を $r = 0.1$ 、 $q = 0.01$ 、 $\omega = 0.3$ 、 $\eta = 0.3$ 、 $p = 200$ 、 $c = 1$ 、 $K = 1$ 、割引率 $\delta = 0.05$ 、割引因子 $\rho = 0.952380952$ 、 $X_0 = 0$ とし、オランウータンの減少率はおよそ年率 10%であることから $s = 0.1$ とする。

に関しては、監視等の努力 $E_{t1} = 0$ 、環境教育努力 $E_{t2} = 0.3$ とし、 $E_0 = 0$ 。

に関しては、監視等の努力 $E_{t1} = 1$ 、環境教育努力 $E_{t2} = 0.3$ とし、 $E_0 = 0.3$ 。

に関しては、監視等の努力 $E_{t1} = 1$ 、環境教育努力 $E_{t2} = 1$ とし、 $E_0 = 1$ 。

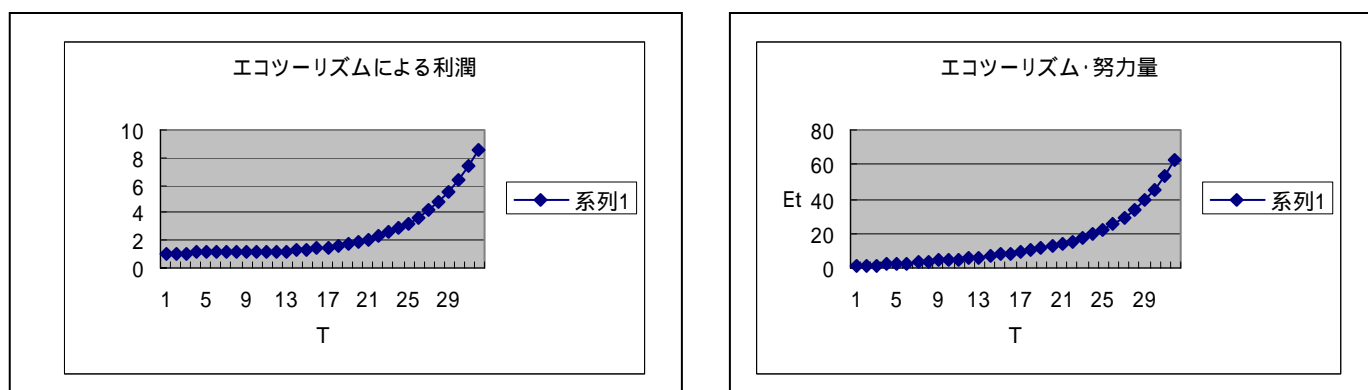
結果は以下の通りである。



上のグラフは、オランウータンの個体数の変化を表している。 の国立公園・自然保護区における監視等の努力 E_{t1} が全くなされておらず、環境教育努力も乏しいパターンにおいて、オランウータンの個体数が減少してしまい、絶滅に向かうことは容易に想像できるが、 の監視努力はされているが、環境教育が乏しいというインドネシアやマレーシアのパターンにおいても、オランウータンの個体数は減少してしまっており、 と同様に、最終的には絶滅に向かってしまっていることがわかる。 の監視努力も環境教育もなされているパターンにおいては、今現在の減少率が年間 10%近いことから、しばらくは個体数が減少してしまっているが、その後は回復し、減少を食い止める効果があることがわかった。よって以上の結果より、エコツーリズムにおいては、監視等の努力だけではなく、コスタリカにおけるような環境教育が重要であると言えることがわかった。

3.2 マスツーリズム化についての分析

エコツーリズムは、コスタリカの例で見た通り、例え理想的なエコツーリズムが行われていたとしても、利益を優先してしまうようになれば大規模開発を招く恐れがあると指摘した。そこでここでは、先ほどの の監視努力も環境教育もなされているパターンにおいて、エコツーリズム・努力と利潤についてのグラフ見ていき、この問題を考えることとする。

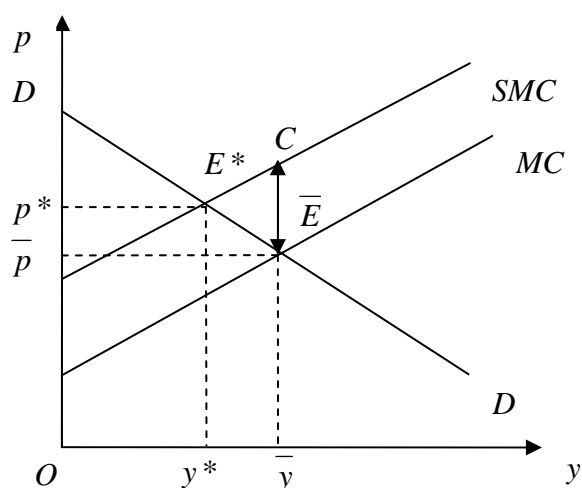


上のグラフからわかる通り、オランウータンの個体数が増え始めた時期とほぼ同時期に、エコツーリズム・努力量とエコツーリズムの利潤が増えていることがわかる。これは一見両方が増えているので、エコツーリズムが成功しているように見えるが、よく見ると 30 期以降は共にその上昇が激しくなっている。これは、式の(1.4)

$$E_{t+1} - E_t = \eta [pH(X_t, E_t) - cE_t] \quad (1.4)$$

を見ればわかるが、努力量に関して、 t 期における利潤が正であれば、 $t+1$ 期における努力量は拡大されると考えると仮定したことが反映されているためである。すなわち、前の期において利潤が出れば、それを上回る利潤をだそうと努力量を増やすということであり、これは実際のエコツーリズム事業においても容易に起こり得ることである。よって、上のコストリカ的な のパターンにおいては、利潤が出れば出るほど努力量が増えてしまい、環境キャパシティを超え、マスツーリズム的な過度なエコツーリズムに発展しかねないと考えられるのである。

ここで起こっている問題を整理すると、エコツーリズムによって利潤が増えれば、その分努力を増やそうとするインセンティブが与えられているということであるが、実際のエコツーリズムにおいても、利潤追求によって大規模開発が引き起こされるなどの環境被害が発生してしまっていると考えられる。そしてそういった環境被害は、エコツーリズムを実施している者以外にも、例えば種の破壊という形で害を及ぼすことになるのである。よってこの問題を解決するにあたり、エコツーリズムにおける利潤に、そういった環境被害を内部化する必要があると考えられる。すなわち、エコツーリズムを短期で見た場合に、それまでの産業均衡は、エコツーリズムによる私的限界費用曲線 MC が 需要曲線 DD の交点 E^* で決まっていたとする。しかし、エコツーリズムの利潤追求行動により、環境などに被害を及ぼしていると考え、その被害を含めた社会的費用を計算すると、社会的限界費用 SMC は MC よりも高い値を取らなくてはならない。すなわちエコツアーによる環境被害が、図においては SMC と MC の直線距離で示される費用として発生してしまっており、その費用をエコツーリズム実施者以外が負担してしまっているため、エコツーリズム実施者は自らの利潤だけを考えて努力量を増やし続けるという問題があるのである。よって、 SMC と MC の直線距離で示される外部費用を、エコツーリズム実施者の費用として内部化する必要があるのである。



そこで、先ほどの式にそういった環境被害を含めて計算していくこととするが、エコツーリズムによる環境被害は、努力量が小さい場合、すなわち環境キャパシティ内の持続可能なエコツーリズムの場合においては被害が小さく、努力量が大きい場合、すなわち利潤を追求してマスツーリズム的なエコツーリズムになってしまった場合は被害が大きいと考えられるので、ここでは環境被害を

$$zE_t^2 \tag{1.7}$$

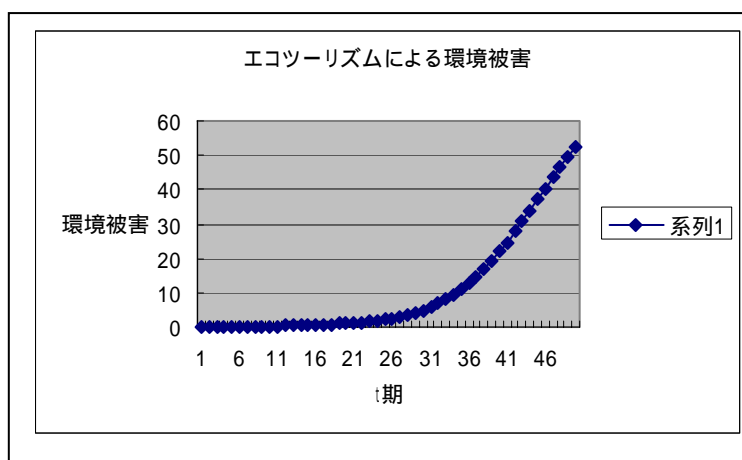
と表すことにする。ここでの $z > 0$ は環境被害係数である。よって、これを新たに費用として利潤から引いた場合、エコツーリズムによる利潤式は

$$\pi_t = pH(X_t, E_t) - (cE_t + zE_t^2) \tag{1.8}$$

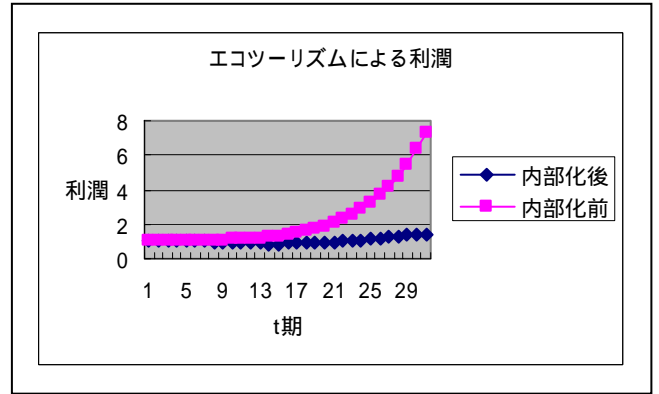
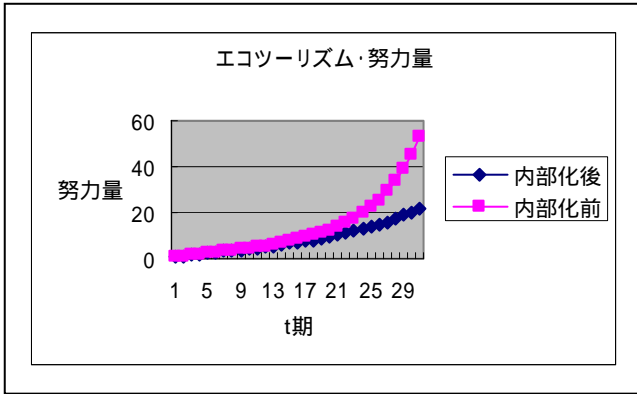
と表すことができる。そしてこれに伴い、エコツーリズム・努力量の式も

$$E_{t+1} = [1 + \eta(pqX_t) - (c + zE_t)]E_t \tag{1.9}$$

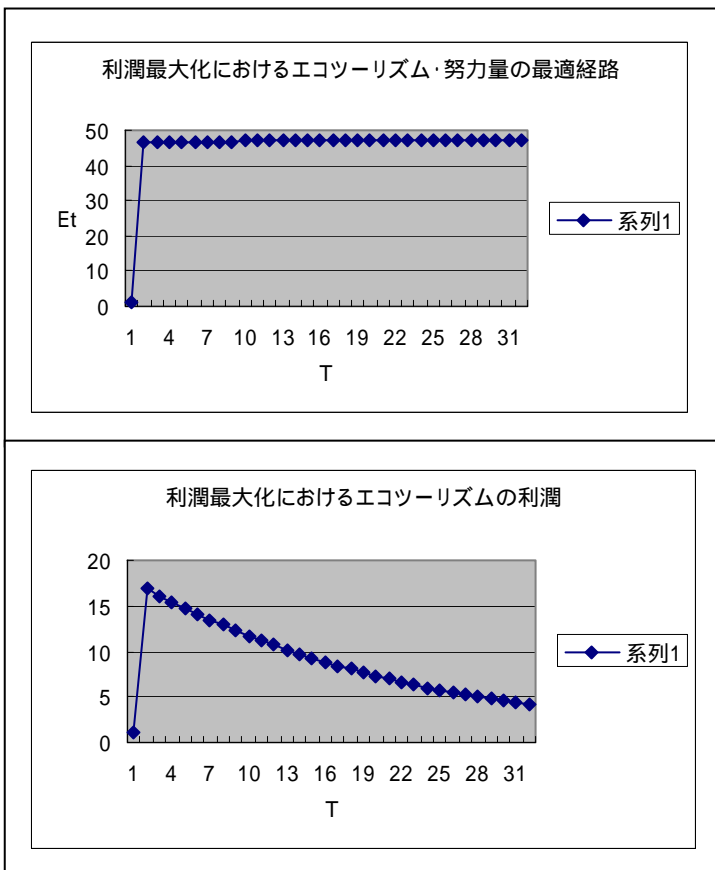
と書き換えられる。ここで、 $z = 0.01$ として代入し、その環境被害をだけを抽出すると以下のようになり、努力量が少ない時は被害が少なく、努力量が大きい時に被害が拡大していることがわかる。



また、環境被害を内部化した(1.8)、(1.9)式から得られた、努力量、利潤は



以上のような結果となり、利潤が減ってしまうものの、開発による環境被害を考慮し、環境被害を内部化することで、エコツーリズムの環境キャパシティを超えたマスツーリズム化を食い止めることができると言える。



またエクセルのソルバーを用い、利潤を最大化する最適な E_t はこういった経路をたどるかについて見ていくと左のような結果が得られた。ここで興味深いことは、環境被害を内部化したことにより、エコツーリズム・努力量がほぼ一定の値を取っているということである。すなわち、環境被害を正しく評価した上で利潤を最大化しようとするならば、努力量を一気につぎ込むような急激な開発をするよりも、持続可能な小規模のエコツーリズムを実施した方がよいということになり、改めてエコツーリズムが、管理された小規模なツーリズムである必要があるということを実感させる結果となった。

第4章 結論

ここまでの流れをまとめると、第1章において、オランウータンが生態系の中で種子散布者として非常に重要な役割を担っているにも関わらず、生息地の減少・密猟などによってその個体数が減少してしまっているということを確認した。さらに、そういったオランウータン個体数の減少の背景には、地方の貧困問題、環境教育の遅れという問題があり、それらの問題を解決する術として、エコツーリズムというものを第2章において紹介した。そして、コスタリカにおける成功例から、エコツーリズムがそれらの問題を解決し得るが、環境教育という土台が必要であるということが示され、オランウータンが生息地としているインドネシア・マレーシアにおいての課題として改めて浮き彫りになり、そのことは第3章のモデル分析においても実証された。また第2章では、例え理想的なエコツーリズムが実施できたとしても、利潤追求によってエコツーリズムがマスツーリズム化してしまい、それが新たな環境破壊を生む恐れがあるということも確認した。そしてこの問題に対しては、第3章のモデル分析において、そういった環境被害の外部費用を、エコツーリズムの費用として内部化することで解決できるということを示した。

以上の内容より、エコツーリズムがオランウータンを保護し得るということは明確となったが、エコツーリズムを実施する上では環境教育という土台をしっかりと作ることが大切であると論文を通してわかった。そこで、オランウータンによるエコツーリズムを成功させるために私が最後に提案することは、インドネシアやマレーシアの政府が、コスタリカ政府のように環境教育に対して積極果敢に取り組むということである。オランウータンが住むインドネシア・マレーシアにおける現状を見ると、経済がまだまだ発展途上ということもあり、地方における環境教育が十分であるとは言えない。そして、この状況のままでエコツーリズムを実施したとしても、マレーシアにおける例で確認できたように、オランウータンなどの野生動物が密猟される危険性が残ってしまうため、エコツーリズムが本来の効果を発揮できない恐れがあるのである。それはすなわち、地方固有で、観光の目玉となり得る貴重な観光資源を失ってしまう恐れがあるということの意味しており、もしもそれが失われてしまったなら、観光産業は産業として成り立たず、結果として持続可能なツーリズムになり得ないという理由があるからである。

しかし、教育にかかる費用は決して安いものではない。そこで私が考える理想的なシステムは、国立公園や自然保護区をもっと増やし、そこに入るのにかかる入場料の一部を教育に回すということである。そうすれば、持続可能なエコツーリズムが実践できた場合に、政府は半永久的にそこから収入を得られることできるので、政府の支出する教育費は多少抑えることができると考えられる。また地元住民にとっては、国立公園が増えることで働き口が多くなり、貧困から脱出する機会も増えるうえ、環境に触れる機会が増えるので、そこで働く者の子の世代が、自然と家庭教育の中で環境教育を受けることができるのである。

いずれにしても、エコツーリズムはツーリズムを行うための準備として初期費用がかかるうえ、環境被害という外部費用の問題からマスツーリズム化も望めず、そういった環境教育にも費用がかかってしまうため、短期的に有益な産業であるとは言い難いことは確かである。しかしそういった費用を、エコツーリズムが持続可能であるという長期の観点から政府にアプローチすることで、政府に負担させるという試みも必要であると私は考える。

参考文献

- 「エコツーリズムの世紀へ」 発行社：特定非営利活動法人 日本エコツーリズム協会
(1994年)
- 「国際観光とエコツーリズム」 著：小方昌勝 発行社：文理閣(2000年)
- 「エコツーリズム教本～先進国オーストラリアに学ぶ実践ガイド～」
著：スー・ビートン 訳：小林英俊 発行社：平凡社(2002年)
- 「ナショナルジオグラフィック 2003年10月号」
発行社：日経ナショナルジオグラフィック社(2003年)
- 「資源経済学」著：J.M.コンラッド 訳：岡敏弘、中田実 発行社：岩波書店
(2002年)
- 「ミクロ経済学入門」 著：西村和雄 発行社：岩波書店(1995年)
- 「インドネシアにおけるアグロフォレストリーによる経済再生と環境構築への模索」
著：慶應義塾大学経済学部 大沼あゆみ研究会 森林パート 小池洋次(2004)

参考HP

- WWFのHP <http://www.wwf.or.jp/wildlife/orangutan/thrt.htm>
- 国際協力銀行のHP
http://www.jbic.go.jp/japanese/oec/environ/hinkon/pdf/indonesia_j.pdf
- 国際協力事業団のHP http://www.jica.go.jp/global/poverty/profiles/pdf/ind_jap.pdf
- EICネットのHP <http://www.eic.or.jp/library/pickup/pu041118.html>
- 国際環境研究協会のHP <http://www.airies.or.jp/wise/j/J95E0200.htm>
- アニマルプラネットのHP <http://japan.discovery.com/animal-planet/wfa/index.html>
- JATANのHP <http://www.jca.apc.org/jatan/genjou-indn.html>
- コスタリカ支援活動のHP <http://www.jungle.gr.jp/costarica/index.htm>
- 多摩動物公園のHP <http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/zoo/tama/ninki.html>
- H.I.SのHP <http://www.his-j.com/tyo/eco/asia/eco-96.htm>
- 外務省のHP <http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/costarica/>

環境教育についての分析

r =	0.1
q =	0.01
=	0.3
=	0.3
p =	200
c =	1
K =	1
=	0.05
=	0.952381
s =	0.1
X0=	1

u=	1
----	---

Et1=	0.3	0.3	1
Et2=	0	1	1
E0=	0	0.3	1

t	Xt	Xt	Xt	Et	Et	Et	t	t	t
0	1	1	1	0	0.3	1	0	0.3	1
1	0.9	0.908257	0.923077	0	0.39	1.3	0	0.303277	1.047619
2	0.819	0.835277	0.863769	0	0.485532	1.63	0	0.295307	1.075635
3	0.751924	0.776128	0.817526	0	0.583205	1.985766	0	0.278224	1.089356
4	0.695385	0.727448	0.781212	0	0.679828	2.364086	0	0.254422	1.09388
5	0.647029	0.686853	0.752598	0	0.772604	2.762971	0	0.226225	1.09368
6	0.605164	0.652601	0.730067	0	0.859222	3.181724	0	0.195684	1.092475
7	0.568542	0.623386	0.712421	0	0.937892	3.620931	0	0.164484	1.093259
8	0.536218	0.598214	0.698761	0	1.007326	4.082428	0	0.133924	1.098412
9	0.507465	0.57631	0.688402	0	1.066686	4.569285	0	0.104941	1.109837
10	0.481713	0.557068	0.680815	0	1.115526	5.085801	0	0.078165	1.129098
11	0.458508	0.540004	0.675591	0	1.153722	5.637556	0	0.05397	1.157551
12	0.437485	0.524728	0.672404	0	1.181414	6.231497	0	0.032535	1.196463

13	0.418346	0.510925	0.670999	0	1.198943	6.8761	0	0.013893	1.24711
14	0.400845	0.498337	0.671167	0	1.206802	7.581583	0	-0.00203	1.310871
15	0.384777	0.486749	0.67274	0	1.205598	8.360214	0	-0.01537	1.389318
16	0.369972	0.475985	0.675579	0	1.196012	9.226701	0	-0.02632	1.484298
17	0.356284	0.465898	0.679567	0	1.178779	10.19871	0	-0.03508	1.598028
18	0.34359	0.456363	0.684603	0	1.15466	11.29753	0	-0.04187	1.733185
19	0.331784	0.447278	0.690598	0	1.124428	12.54886	0	-0.04692	1.893024
20	0.320776	0.438554	0.697471	0	1.088858	13.98393	0	-0.05043	2.081502
21	0.310487	0.430119	0.705146	0	1.048715	15.64079	0	-0.05261	2.30344
22	0.300846	0.421913	0.71355	0	1.004744	17.56598	0	-0.05364	2.564703
23	0.291796	0.413884	0.722609	0	0.957669	19.8167	0	-0.0537	2.872432
24	0.283281	0.405991	0.732249	0	0.908187	22.46353	0	-0.05295	3.235325
25	0.275256	0.398201	0.742393	0	0.85696	25.5938	0	-0.05152	3.663973
26	0.26768	0.390488	0.752963	0	0.804617	29.31605	0	-0.04956	4.171289
27	0.260514	0.382833	0.763876	0	0.751748	33.76558	0	-0.04718	4.773024
28	0.253728	0.375222	0.77505	0	0.6989	39.11154	0	-0.04449	5.488403
29	0.24729	0.367646	0.786398	0	0.646576	45.56611	0	-0.04158	6.340918
30	0.241175	0.360103	0.797835	0	0.59523	53.39614	0	-0.03853	7.359299
31	0.235358	0.352591	0.809276	0	0.545267	62.93808	0	-0.03542	8.578709
32	0.229819	0.345116	0.820641	0	0.497041	74.61723	0	-0.03231	10.04223
33	0.224537	0.337684	0.83185	0	0.450851	88.97243	0	-0.02925	11.80269
34	0.219495	0.330304	0.842834	0	0.406943	106.6877	0	-0.02629	13.9249
35	0.214678	0.322988	0.853527	0	0.365509	128.6335	0	-0.02346	16.48849
36	0.210069	0.315747	0.863873	0	0.326689	155.9187	0	-0.02079	19.59129
37	0.205656	0.308596	0.873824	0	0.290573	189.9594	0	-0.01829	23.35363
38	0.201427	0.301547	0.883343	0	0.257203	232.5663	0	-0.01599	27.92357
39	0.197369	0.294614	0.8924	0	0.226577	286.0579	0	-0.01388	33.48342
40	0.193474	0.28781	0.900974	0	0.198656	353.4073	0	-0.01198	40.25777
41	0.189731	0.281145	0.909054	0	0.173364	438.4316	0	-0.01027	48.52341
42	0.186131	0.274631	0.916636	0	0.150599	546.0369	0	-0.00875	58.62162
43	0.182666	0.268276	0.923721	0	0.130235	682.536	0	-0.00741	70.9734
44	0.17933	0.262087	0.930318	0	0.112128	856.0588	0	-0.00623	86.09819
45	0.176114	0.256071	0.93644	0	0.096122	1077.085	0	-0.00522	104.6372
46	0.173012	0.250232	0.942103	0	0.082054	1359.135	0	-0.00434	127.3821
47	0.170019	0.244571	0.947327	0	0.069757	1719.662	0	-0.0036	155.3106

48	0.167128	0.239091	0.952134	0	0.059066	2181.212	0	-0.00296	189.6306
49	0.164335	0.233791	0.956546	0	0.04982	2772.932	0	-0.00243	231.8344
50	0.161634	0.228669	0.960588	0	0.041862	3532.514	0	-0.00198	283.7665

マストゥーリズムについての分析

=	0.952381	u=	1
r =	0.1	z=	0.01
K =	1	=	0.3
q =	0.01	=	0.3
p =	200	Et1=	1
c =	1	Et2=	1
=	0.05	E0=	1
s =	0.1	X0=	1

	内部化後	内部化前	内部化後	内部化前	内部化後	内部化前
t	Xt	Xt	Et	Et	t	t
0	1	1	1	1	1	1
1	0.923077	0.923077	1.297	1.3	1.02918	1.047619
2	0.863726	0.863769	1.621192	1.63	1.045857	1.075635
3	0.817386	0.817526	1.967109	1.985766	1.045219	1.089356
4	0.780909	0.781212	2.3301	2.364086	1.032326	1.09388
5	0.752056	0.752598	2.70654	2.762971	1.011647	1.09368
6	0.729198	0.730067	3.093884	3.181724	0.986871	1.092475
7	0.711126	0.712421	3.490634	3.620931	0.960901	1.093259
8	0.696932	0.698761	3.89626	4.082428	0.935927	1.098412
9	0.685921	0.688402	4.311097	4.569285	0.913533	1.109837
10	0.677555	0.680815	4.736253	5.085801	0.89482	1.129098
11	0.671414	0.675591	5.173523	5.637556	0.880513	1.157551
12	0.667167	0.672404	5.625316	6.231497	0.871057	1.196463
13	0.664549	0.670999	6.094604	6.8761	0.866691	1.24711
14	0.663345	0.671167	6.584887	7.581583	0.867512	1.310871
15	0.663383	0.67274	7.100171	8.360214	0.873515	1.389318
16	0.66452	0.675579	7.644963	9.226701	0.884633	1.484298

17	0.666636	0.679567	8.224276	10.19871	0.900752	1.598028
18	0.669633	0.684603	8.843639	11.29753	0.921729	1.733185
19	0.673425	0.690598	9.509113	12.54886	0.947389	1.893024
20	0.677938	0.697471	10.22731	13.98393	0.977531	2.081502
21	0.683108	0.705146	11.00542	15.64079	1.011917	2.30344
22	0.688875	0.71355	11.85117	17.56598	1.050255	2.564703
23	0.695185	0.722609	12.77285	19.8167	1.092187	2.872432
24	0.701988	0.732249	13.77925	22.46353	1.137268	3.235325
25	0.709234	0.742393	14.87959	25.5938	1.184934	3.663973
26	0.716876	0.752963	16.08338	29.31605	1.234488	4.171289
27	0.724865	0.763876	17.40021	33.76558	1.285064	4.773024
28	0.733155	0.77505	18.83953	39.11154	1.335616	5.488403
29	0.741697	0.786398	20.41026	45.56611	1.384896	6.340918
30	0.750443	0.797835	22.12039	53.39614	1.431456	7.359299
31	0.759343	0.809276	23.97639	62.93808	1.473666	8.578709
32	0.768349	0.820641	25.98265	74.61723	1.509747	10.04223
33	0.777411	0.83185	28.14081	88.97243	1.537842	11.80269
34	0.786482	0.842834	30.44905	106.6877	1.55611	13.9249
35	0.795515	0.853527	32.90148	128.6335	1.562846	16.48849
36	0.804464	0.863873	35.48769	155.9187	1.556624	19.59129
37	0.813287	0.873824	38.19239	189.9594	1.536444	23.35363
38	0.821943	0.883343	40.99551	232.5663	1.501868	27.92357
39	0.830398	0.8924	43.87255	286.0579	1.453118	33.48342
40	0.838618	0.900974	46.79539	353.4073	1.391116	40.25777
41	0.846575	0.909054	49.73342	438.4316	1.317457	48.52341
42	0.854246	0.916636	52.65501	546.0369	1.234306	58.62162
43	0.861611	0.923721	55.52906	682.536	1.144232	70.9734
44	0.868656	0.930318	58.3266	856.0588	1.049994	86.09819
45	0.875369	0.93644	61.02209	1077.085	0.954331	104.6372
46	0.881745	0.942103	63.59449	1359.135	0.859756	127.3821
47	0.88778	0.947327	66.02783	1719.662	0.768412	155.3106
48	0.893477	0.952134	68.31139	2181.212	0.681976	189.6306
49	0.898837	0.956546	70.43942	2772.932	0.601631	231.8344
50	0.903869	0.960588	72.4106	3532.514	0.528091	283.7665
				合計	56.21525	1632.012

最適化についての分析

=	0.952381	u=	1
r =	0.1	z=	0.01
K =	1	=	0.3
q =	0.01	=	0.3
p =	200	Et1=	1
c =	1	Et2=	1
=	0.05	E0=	1
s =	0.1	X0=	1

t	Xt	Et	t	t	Xt	Et	t
0	1	1	1	26	0.932955	47.16249	5.229795
1	0.923077	46.39478	16.88797	27	0.933051	47.11566	4.984155
2	0.92399	46.50974	16.15217	28	0.933133	47.06942	4.749669
3	0.924834	46.49016	15.45219	29	0.933201	47.02877	4.525796
4	0.925598	46.65359	14.76404	30	0.933258	46.99724	4.312061
5	0.926313	46.74297	14.10752	31	0.933306	46.97639	4.108053
6	0.926972	46.74952	13.48137	32	0.933347	46.96541	3.913404
7	0.927572	46.75464	12.87897	33	0.933383	46.96107	3.727784
8	0.928117	46.80188	12.29766	34	0.933414	46.95794	3.550883
9	0.928618	46.88233	11.73814	35	0.933443	46.94883	3.382397
10	0.929083	46.96494	11.20184	36	0.933468	46.92544	3.222021
11	0.929514	47.02414	10.68933	37	0.933487	46.87927	3.069432
12	0.929913	47.05118	10.19999	38	0.933499	46.80251	2.924284
13	0.930279	47.05257	9.73245	39	0.933501	46.68896	2.786201
14	0.93061	47.0427	9.285161	40	0.933488	46.53479	2.654784
15	0.93091	47.03631	8.856818	41	0.933457	46.33902	2.529615
16	0.931181	47.04336	8.446496	42	0.933404	46.10368	2.410276
17	0.931428	47.06717	8.053601	43	0.933327	45.83366	2.296371
18	0.931655	47.10499	7.677736	44	0.933222	45.53614	2.18754
19	0.931865	47.15004	7.318567	45	0.933088	45.21988	2.083475

20	0.932061	47.19391	6.975729	46	0.932926	44.89433	1.983922
21	0.932245	47.22874	6.648768	47	0.932735	44.56871	1.888681
22	0.932415	47.24872	6.337121	48	0.932519	44.2512	1.797594
23	0.932573	47.25085	6.040132	49	0.932279	43.94827	1.710537
24	0.932715	47.23514	5.757077	50	0.93202	43.66413	1.627396
25	0.932843	47.20418	5.487208			合計	257.4681