

# 地球規模課題対応国際科学技術協力

(環境・エネルギー分野「地球規模の環境課題の解決に資する研究」領域)

「“フィールドミュージアム”構想によるアマゾンの生物多様性保全」

(ブラジル連邦共和国)

平成 25 年度実施報告書

代表者: 幸島 司郎

京都大学 野生動物研究センター 教授

<平成 25 度採択>

## 1. プロジェクト全体の実施概要

ねらいと概要：地球上に残された全熱帯雨林の半分以上があるアマゾンでは、その中心部に位置する大都市マナウスの急速な拡大によって、世界で最も生物多様性の高い貴重な生態系が脅かされており、その保全が国際的な急務となっている。しかし、環境保全に必要な研究が研究技術や施設の制約により大きく遅れており、環境教育に必要な施設、情報、教材も決定的に不足している。本プロジェクトは、このような状況を改善するために、日本の先端研究技術を駆使した保全研究を日本とブラジルが共同で行うとともに、マナウス近郊に生息地型の自然観察研究施設と保護区のネットワークである“フィールドミュージアム”を整備することによって、アマゾンの生態系や生物多様性の研究・保全・環境教育、エコツーリズムを通じた地域経済の活性化に貢献することを目的としている。

進捗状況と成果、今後の見通し：(1) アマゾンの生態系理解と保全法の開発：濁った水のため観察が困難なアマゾンの水生生物の生態や行動を、それらが発する鳴音を利用して解明することを目指し、水中音の試験的な録音・分析を行った結果、カワイルカ類の音声とともに多様な魚類の鳴音が記録され、音響分析による研究の大きな可能性が明らかになった。今後は鳴音から種同定を行なうためのデータベースを整備していく。また、アマゾンマナティの野生復帰プログラムの開発のために、放流予定地の環境調査を実施した。今後も定期的に現地調査を実施し、最適な放流場所を決定する。さらに、森林生態系に関する共同研究の内容に関する話し合いおよび調査候補地視察を行ない、整備施設を利用した長期モニタリング研究を行う方針を確認した。(2) フィールドミュージアムの整備：施設整備候補地と現有施設の現状視察を行うとともに、フィールドミュージアムのランドデザインに関する協議を行なった。協議の結果、INPA が管理・運営する「科学の森」およびZF2-クイエイラス川地区保護林の2カ所で主な施設整備を行い、中核コンポーネントとする方針を決定した。また、INPA が現有するマナティ飼育施設の改修・改良のための調査を行い、導入する水浄化システムと浄化水を利用した水生生物展示施設の基本設計を行った。また、科学の森で水生生物の音声や電気信号を展示することを提案した。今後は展示法や施設の具体案をまとめていく。(3) フィールドミュージアム活用のための社会システム整備：ブラジル側研究者、環境NPO、地元旅行業者と話し合いを行ない、連携して運営や環境教育・エコツーリズムのプログラム開発に取り組むことを確認した。今後は地域住民や学生の実状とニーズに合わせた参加型プログラムの開発を目指し、社会調査を進める。

## 2. 研究グループ別の実施内容

### 京都大学グループ

#### アマゾンの生態系理解と保全法の開発

##### (1) INPA の保護飼育アマゾンマナティの野生復帰プログラムの開発

救護されるアマゾンマナティの個体数は年々増加傾向にあり、INPA のマナティ飼育水槽ですらに収容能力を超えている。飼育個体を野生へ戻す野生復帰プログラムを開発し、絶滅の危機にあるアマゾンマナティ生息数の回復への貢献を目指す。また、広大なアマゾン川とその濁った水質によって野生個体の観察がほぼ不可能な状況において、放流個体の追跡調査によって得られる知見は彼らの生態把握のための唯一の情報である。本研究では、半野生環境下で一定期間の飼育後に川へ放流するソフトリリースを行なう。放流個体に動物装着型の記録装置を用いて、放流後の行動調査を行なう。

これまでに、放流予定地としてアマゾン川の支流である Purus 川の保護区域を検討し、現地での環境

調査を実施した。餌植物が豊富であることが確認され、野生マナティーも多数生息していると推定された。野生個体の新たな観測手法として、水中での彼らの鳴音や餌を食べる音が利用できないかを検討するために、試験的な水中音の録音を行った。日本側から音響記録装置を提供し、ブラジル側研究者に定期的な録音調査を依頼した。また、音響記録装置の使用法や得られた音データの解析手法について現地で簡単な講習を行なった。

## (2) 森林生態系の研究と施設開発

林冠（森林上層部）の研究が遅れているアマゾンの熱帯林において、林冠も観察・研究できる施設を整備し、森林生態系研究への利用およびエコツーリズム等への活用を行なう。特に、林冠における動植物相互作用を明らかにし、環境教育プログラムを開発することを目指している。

これまでに、ブラジル側研究者と共同研究、特に今後整備する森林観察施設を利用した共同研究に関する話し合いと、調査候補地の視察を行なった。絶滅危惧霊長類のフタイロタマリンやナマケモノ、ヤブイヌ等に関する新たな共同研究の可能性を検討した他、ZF2-クイエiras川地区保護林に、調査基地を設置し、その周辺の浸水林を含む多様な森林に新たな調査区を設定して、地上センサス用トレールのグリッドと、それに対応した林冠観察施設を整備して、長期モニタリング研究を行う方針を決定した。調査区では、果実や花、葉の季節変化などをモニタリングするとともに、地上と樹上に配置した多数のビデオ／カメラトラップやセンサーを利用した野生動物の観察・研究、糞から得られる DNA や化学物質を利用した野生動物研究など、新たな研究手法の開発を行うほか、リアルタイムでの研究・展示用データ送信の可能性も検討することが確認された。

## ネットワーク型フィールドミュージアムの構築

### (1) グランドデザインの考案

当初は、「科学の森」と環境教育 NPO(MUSA)が管理運営するアドルフォ・ドゥッキ保護林の植物園、クイエiras川—ZF2 研究林地区の3カ所がフィールドミュージアム施設整備の候補地であった。しかし、その後行われた候補地視察と相手国研究者との協議によって、主な施設整備は INPA の「科学の森」とクイエiras川—ZF2 研究林地区の2地点で行なうこと、アドルフォ・ドゥッキ植物園は展示・教育コンテンツの提供などの協力にとどめ、大きな施設整備は行わないこととなった。アドルフォ・ドゥッキ植物園では、MUSA による新たな環境教育施設の整備が既に進行中であること、予定していた小規模河川生物観察施設の適地がないこと、予算上の制限である。

「科学の森」では、マナティー飼育水槽の改修と水浄化システムの導入、浄化した排水を利用した小型魚類などの水生生物観察展示施設整備、本研究や INPA のこれまでの研究成果を発信するためにビジターセンター（科学の家）の展示施設整備を行う。また、ZF2-クイエiras川地区においては、野生復帰に向けて放流予定のマナティーを半野生環境下で飼育するための施設、林冠観察施設を備えた長期モニタリング調査区、研究や研修を実施する研究者、研修者および管理者が滞在するための調査基地とビジターセンター機能を持つフィールド・ステーションを整備する方針が決まった。

### (2) 水生生物飼育・展示法の開発と施設整備

科学の森での魚類等の水生生物展示施設整備のために、展示法の開発、特にアマゾン川の水質の多様性や特徴等を研究・展示できる方法の開発と施設の整備を行なう。これまでにブラジル側と協議を行ない、森と川の関わりを学ぶために熱帯林から川への有機物の供給過程を展示することや、ビジターセン

ターでの水中映像展示、イルカやマナティー、魚類などの鳴音や電気魚の電気信号を利用した展示等を候補として検討している。

### (3) 森林生態系研究・展示法の開発と施設整備

森林生態系の観察・研究・展示に必要な技術を開発し施設を整備する。調査地と施設の設置場所を選定するために、日本側とブラジル側研究者・専門家による現地視察を実施し、候補地や施設の規模や仕様について協議した。その結果、調査地に調査基地を整備すること、その周辺に森林生態系の長期モニタリングを実施するためのエリアを設定し、地上センサス用トレールのグリッドを設けて、それに対応した森林上層部観測用の施設を配置し、その一部をツーリストに公開できるようにする方針を決定した。この地域には巨木が少ないため、東南アジアのような大規模なツリーウォーク設置は困難でありことから、複数の樹上プラットフォームによる観察施設を設置することを検討した。調査基地の規模や仕様についても協議した。従来の施設を参考にして、シロアリや腐朽に強い金属材料の導入などの改良を加えて設計・施行すること、4名程度の常駐者用施設、10名程度の長期滞在者用施設、及び研修学生など25-30名程度の短期滞在者用の施設（ハンモック利用）を予定地に分散させて建設する方針を確認した。今後、両国研究者と建築専門家も含めた協議を行ない、調査基地の設置場所、基礎設計と見積もり、森林の長期観察地域の選定、研究対象の森林における連絡道路のルート選定のための現地調査を行う。

### (4) 大型水生哺乳類研究・展示施設整備

INPA が現有するマナティー水槽は、保護された個体の一時飼育施設として機能するとともに、市民教育の場としても機能している。INPA のマナティー飼育水槽の改善およびその他の飼育生物の展示法の開発・整備を行なう。現在のマナティー飼育水槽には水浄化設備がないため水が濁りやすく、マナティーの観察がしばしば困難になる。また、排水の浄化も行われていない。そこで、水槽にフィルタリング設備を設置して展示環境を改善するとともに、排水の浄化システムを導入する。これまでに、マナティー水槽内の水質データと糞量計測を行い、計測データをもとに、日本側の水族館施設専門家とブラジル側研究者が協議して、フィルタリング設備と排水を浄化するために活性汚泥処理施設の基本設計を行った。この処理法は世界的にも注目されていることから、排水処理過程そのものを展示することを検討している。

## 水産工学研究所グループ

### アマゾンの生態系解明と保全法の開発

#### 水生生物の生態研究法開発

対象生物が見えない濁った水中でも、彼らが発する鳴音を利用して存在確認や分布調査、水中行動の研究を可能にする研究法の開発を目指す。Novo Airao の対岸奥にある湖のような広い水域で、ボートに録音機材を搭載し録音したところ、魚類と思われる低周波音が頻繁に記録された。また、パルス性の背景雑音が生計測された海洋のテッポウエビのように生物由来か、流れなど物理的なものによるのかは不明であった。また、コビトイルカのホイッスル音も多く記録された。次年度以降は、魚類音の種同定が必要である。乾期および雨期への移行期に、魚類を同定した上での録音を試み、魚類鳴音データベースを整備する予定である。

## ネットワーク型フィールドミュージアムの構築

ビジターセンターの整備；フィールドミュージアムの音響コンテンツの提供～リアルタイム音響情報伝送

フィールドミュージアムで展示するコンテンツとして、現場の水中生物音をリアルタイムで展示する。映像だけでなく音情報を付加することで、ビジターセンターに居ながらにして水中に佇んでいるような感覚を体験することができるだろう。これまでに、水中音の取得候補地を選定し、2 昼夜の試験録音を行った。その結果、コビトイルカのホイッスル音や魚類鳴音、音源不明の低周波音および船舶音が記録されていた。ワイヤレスネットワークがつながる環境で機器の安全な設置も可能であることから、リアルタイム音響情報伝送に適したサイトであると考えられた。魚の鳴音は季節変動が大きいと考えられることから、次年度の早い段階での通年録音を予定している。また、リアルタイム伝送のためのハードウェア整備を行なう。システム製造については、すでに音響観測配信で実績のあるスペインのカタロニア大の協力が得られることを確認済みである。

## 総合地球環境学研究所グループ

### 運営組織の確立

フィールドミュージアム運営・活用のための社会システム構築および社会・文化調査を行なう。日本—ブラジル両国の研究者、地元環境 NPO およびエコツーリズムを行う地元業者も交えて話し合いを行い、連携してフィールドミュージアムの全体像策定と運営組織構築、エコツーリズム・環境教育プログラム開発に向けた運営や環境教育・エコツーリズムのプログラム開発に取り組むことを確認した。また、アドルフォ・ドゥッキ保護林の植物園を運営する NPO 組織、MUSA の代表者とも環境教育の現状に関する情報交換と協力関係についての協議を行い、今後の連携を約束した。今後は地域住民や学生の実状とニーズに合わせた参加型プログラムの開発を目指し、社会調査を進める。

## 3. 成果発表等

- (1) 原著論文発表: 本プロジェクト期間累積件数(国内 0 件、国際 0 件)
- (2) 特許出願: 本年度特許出願内訳(国内 0 件、国際 0 件、特許出願した発明数 0 件)

## 4. プロジェクト実施体制

(1) 京都大学グループ(アマゾンの生態系理解、フィールドミュージアムの整備、フィールドミュージアム活用のための社会システム整備)

- ① 研究者グループリーダー名: 幸島司郎 (京都大学野生動物研究センター・教授)
- ② 研究項目 “フィールドミュージアム” 構想によるアマゾンの生物多様性保全
  - 1-1: 音響・バイオロガー等を利用した水生生物の生態研究法を開発する
  - 1-2: マナティーの水中での生態を明らかにし、野生復帰プログラムを開発する
  - 1-3: カワイルカの水中での生態を明らかにし、保全プログラムを開発する

- 1-4: 魚類等水生生物と河川環境の関係を明らかにし、環境教育プログラムを開発する。
- 1-5: 林冠における動植物相互作用を明らかにし、環境教育プログラムを開発する。
- 1-6: ゲノム情報を含む生物情報データベースを整備する
- 1-7: 研究展示に必要な人材育成プログラムを策定する
- 2-1: ネットワーク型フィールドミュージアムの全体像を策定する
- 2-2: 研究成果に基づいた水生生物飼育・展示法を開発し、施設を整備する
- 2-3: 野生、半飼育、飼育下での大型水生哺乳類の研究・展示のための施設を整備する
- 2-4: 林冠を含む森林生態系の研究・展示法を開発し、施設を整備する
- 2-5: 既存のビジターセンターにおいて、研究成果を反映した展示用コンテンツと施設を整備する
- 2-6: 各施設の運営、整備マニュアルを作成する
- 3-1: 参加型運営のための協議会を立ち上げる
- 3-2: 参加型エコツアーリズム・環境教育プログラムを開発する
- 3-3: ボランティア・学生向けの研究参加プログラムを開発する

(2) 水産工学研究所グループ(アマゾンの生態系理解、フィールドミュージアムの整備)

① 研究者グループリーダー名: 赤松友成 ((独)水産総合研究センター 水産工学研究所・水産業システム研究センター・グループ長)

② 研究項目 音響分析による水生生物の保全研究と施設開発

- 1-1: 音響・バイオロガー等を利用した水生生物の生態研究法を開発する
- 1-2: マナティーの水中での生態を明らかにし、野生復帰プログラムを開発する
- 1-3: カワイルカの水中での生態を明らかにし、保全プログラムを開発する
- 1-4: 魚類等水生生物と河川環境の関係を明らかにし、環境教育プログラムを開発する。
- 2-1: ネットワーク型フィールドミュージアムの全体像を策定する
- 2-2: 研究成果に基づいた水生生物飼育・展示法を開発し、施設を整備する
- 2-3: 野生、半飼育、飼育下での大型水生哺乳類の研究・展示のための施設を整備する
- 2-5: 既存のビジターセンターにおいて、研究成果を反映した展示用コンテンツと施設を整備する
- 3-1: 参加型運営のための協議会を立ち上げる
- 3-2: 参加型エコツアーリズム・環境教育プログラムを開発する
- 3-3: ボランティア・学生向けの研究参加プログラムを開発する

(3) 総合地球環境研究所グループ(フィールドミュージアム活用のための社会システム整備)

① 研究者グループリーダー名: 佐藤哲 (総合地球環境学研究所・研究部・教授)

② 研究項目 フィールドミュージアム運営のための社会システム構築および社会・文化調査

- 3-1: 参加型運営のための協議会を立ち上げる
- 3-2: 参加型エコツアーリズム・環境教育プログラムを開発する
- 3-3: ボランティア・学生向けの研究参加プログラムを開発する

以上