

パプアニューギニア JICA 森林資源モニタリング 能力向上プロジェクトについて

鈴木清史*1・渡辺達也*1・原口正道*2

1. はじめに

パプアニューギニア（以下、「PNG」と省略）は世界有数の熱帯雨林を有する国であり、森林から産出される木材は主要な輸出品目として PNG の国家経済に重要な役割を果たしている。また、人口の 8 割以上を占める地方部の住民にとって、森林は食糧、繊維、建築資材などの供給源として重要な役割を果たしている。

しかしながら、PNG の森林は外国資本による森林伐採や大規模農業開発、自給用農地への転用などを原因として減少・劣化が進行している。気候変動対策の観点からみると、PNG の森林セクターは大きな排出源であることから、PNG 政府は REDD+（発展途上国における森林の減少・劣化に由来する排出の削減等）を重要な政策課題に据えており、国内外での枠組みや制度作りには積極的に取り組んでいるところであるが、REDD+ のために必要な森林モニタリングを実施するためには様々な困難がある。

このような背景から、PNG 政府は日本政府に対し森林モニタリングの能力向上を目的とした技術協力プロジェクトを要請し、2011 年 3 月より 3 か年の計画で始まったのが本 JICA 技術協力プロジェクトである。

本稿では、PNG の森林・林業と REDD+ を取り巻く状況を概観した上で、本プロジェクトの概要とこれまで 2 年間の成果（2013 年 3 月時点）につい

て報告する。

2. パプアニューギニアの概要と森林・林業の位置づけ

PNG の国土面積は約 4,600 万ヘクタールと太平洋島嶼国の中で最も広く、標高 3,000 m～4,500 m の山岳地帯がニューギニア島の中央を東西に走り、北西部のセピック河流域と南西部のフライ河流域には湿地帯が広がるなど、変化に富んだ地形を有している。PNG は赤道のすぐ南に位置しており、ほとんどの地域がケッペンの気候区分の熱帯雨林気候に属し、全般的に一年を通して降雨量が多い。人口は約 701 万人（2011 年、世界銀行）と太平洋島嶼国の中で最も多く、メラネシア系が多数を占めている。主産業は石油、LNG、金等の鉱業とコーヒーやココラ等の農業及び天然林伐採を中心とした林業であるが、他の産業はほとんど育っていない。人口の 8 割以上が地方部に居住し、その多くが未だ道路・水道・電気へのアクセスがなく、自給自足的に農業、漁業、狩猟などを営んでいる。

森林の状況を見ると、森林面積は約 2,900 万 ha であり国土面積の 63% を占めている。森林面積の 91% に当たる約 2,600 万 ha が原生林であることが特筆すべきことである（2010 年、FAO¹⁾）。これは地形が急峻かつ道路アクセスが限られていること、国土の 97% が「慣習地（Customary land）」という地域住民に所有権のある土地であること等から、開

Kiyoshi Suzuki, Tatsuya Watanabe, Masamichi Haraguchi : Overview and Current Progress of the JICA Project for Capacity Development on Forest Resource Monitoring for Addressing Climate Change in Papua New Guinea

*1 JICA プロジェクト長期専門家（林野庁）、*2 JICA プロジェクト短期専門家（国際航業株式会社）



写真 1 急峻な PNG の山岳地帯（ウェスタン・ハイランド州，南緯 5°39′ 東経 144°06′ 付近より撮影）

発が容易に進まなかったことが理由と考えられる（写真 1）。

豊富な森林資源を生かして，林業は鉱業，農業に次ぐ産業となっており，GDP の 9.2%，政府歳入の 2.4%，輸出金額の 4.7% を占めている（2005 年データ，PNG 森林公社²⁾）。PNG の林業の形態は，マレーシア系等の外国企業が伐採権を得て，数万 ha～数十万 ha 規模のエリアで天然林択伐施業を行うというものが一般的である。また，近年はオイルパームなど農地造成を目的とした林地の開発・転用も行われている。これらにより伐採された木材の多くは丸太で輸出され（2005 年輸出力は 280 万 m³，FAO¹⁾），そのうち 90% 以上が中国向けとなっている。

3. PNG における REDD+ を取り巻く状況

豊富な森林資源を有する PNG であるが，過去より持続的でない森林施業が行われていることが国内外から指摘されており，森林資源の減少・劣化が問題視されている。近年の気候変動対策の観点からは，地球温暖化ガスの国内排出量の 95% が森林由来であるとされており（PNG 政府資料），森林減少・劣化に対する取組が喫緊の課題とされている。また，近年の PNG 大学の研究からも森林の減少・劣化がかなりのスピードで進んでいることが明らか

にされており，1972 年から 2002 年までの 30 年間に約 790 万ヘクタールの森林が減少・劣化し，その主な原因は外国企業による大規模森林伐採と急激な人口増加に伴う自給用農地の拡大であるとしている（2009 年，Sharman *et al.*³⁾）。

このような背景から，PNG は国連気候変動枠組条約締約国会議において熱帯雨林諸国連合（Coalition for Rainforest Nations）の代表国として REDD+ に関連する提言を活発に行っている（REDD+ の基礎となる提案を行った国は PNG とコスタリカである）。また，国内においても気候変動・開発局（Office of Climate Change and Development）が中心となって REDD+ の政策・制度面に関する議論を活発に行っている。

一方，政府機関は実施能力の面で多くの困難があることから，REDD+ に取り組むための具体的な森林モニタリングに関する準備は，他国に比べて遅れていた。森林モニタリングについては，PNG 森林公社（PNG Forest Authority）が担当実施機関であるが，人材，資金，施設設備いずれも不十分であり，PNG 政府は援助機関からの支援を必要としていた。

4. 本技術協力プロジェクトの概要

(1) プロジェクトの構成

PNG 政府は，REDD+ に取り組むためには政策・制度面だけでなく，森林モニタリングのための能力強化が必要として日本政府へ技術協力を要請した。これを受け 2011 年 3 月から 3 年間の予定で始まったのが，本 JICA 技術協力プロジェクトである。本プロジェクトは，PNG 森林公社を支援先として，REDD+ に取り組むために必要な，森林資源モニタリングに関する能力強化を実施することを目的としている。具体的には，1) 衛星画像を活用した全国森林分布図の更新，2) 森林資源情報を一元的に管理するデータベースの開発，3) 全国レベルの森林炭素量の推定を含めた森林モニタリングシステムの構築への取り組み，の 3 つを活動の柱とし，それぞれの活動において森林公社職員の能力向上を行うこ

ととしている。

PNG 森林公社は森林・林業行政を担当する行政組織であるが、常勤職員数は地方組織を合わせても400名程度と、広大な森林面積に比べると小規模である。本プロジェクトの主なカウンターパート(C/P)は森林公社本部の森林調査・地図課と気候変動・REDD課の技術系職員であり、実際にプロジェクト活動の技術的部分に従事する職員は地図作製技術者2名、林業技術者3名の計5名となっている。専門家構成は、長期専門家2名(チーフアドバイザー、森林調査)と短期専門家4名(リモートセンシング、データベース各2名)からとなっている。

本プロジェクトの特徴的な点は、日本の環境プログラム無償資金協力により供与された資機材を活用して、活動を実施していることである。具体的な資機材の内容は、PNG全土の高分解能衛星画像(RapidEye, ALOS/PALSAR)、高性能ワークステーション、データベースサーバー、衛星画像解析ソフト(ERDAS, eCognition)、地理情報システム(GIS)ソフトウェア(ArcGIS)、大型プロッター等である。途上国政府がこのような高価な資機材を揃えて購入することは困難であり、また、JICA技術協力プロジェクトでも大きな資機材投入を行うことは稀なので、無償資金協力の支援が入ったことにより、全国を対象としたインパクトの大きいプロジェクト・デザインを描くことができている。

(2) 森林公社の森林モニタリング体制の現状と問題点の把握

プロジェクト初期に、まず森林公社の既存の森林モニタリング体制の現状と問題点の把握を行った。その結果、REDD+に対応するためには、以下のような問題点があることがわかった。

① 古い森林分布図

REDD+実施のためにはベースとなる森林分布図が必要であるが、現在森林公社が使用しているものは1970年代にオーストラリアの支援により作成された10万分の1の森林分布図で、1990年代後半に小さな更新が一度行われただけである。このため、現状の森林植生を反映していないうえ、それぞれの

分布を示すセグメンテーション(領域分割)が大まかであるため、森林と非森林の境界や森林分布の境界が曖昧である。

② 互換性のないシステム

PNG森林公社は、1990年代後半に開発されたFIMS(Forest Inventory Mapping System)という伐採事業の計画・管理を主目的とした森林GISと、FIPS(Forest Inventory Processing System)という伐採事業前後に行う森林調査のデータベースを使っている。REDD+における森林炭素量推計は、森林面積の変化と単位面積当たりの排出量・吸収量を組み合わせて算出することが求められているので、FIMSにより森林面積変化を、FIPSにより単位面積当たりの排出量を取り扱うことが想定される。しかしながら、FIMS、FIPSは別々に開発されたシステムであるため、組み合わせて利用することが困難である。また、森林公社傘下の森林研究所は、全国に120箇所以上の固定調査プロットを設置して定期的に地上調査を実施しているが、この調査データもFIMSでは扱えない。このように、各データが個別のシステムで保管・運用されているため、森林炭素量算定のために必要な情報を組み合わせて扱うことが困難となっている。

③ 不十分な地上調査データとモニタリング体制

森林炭素量算定のためには、森林タイプ・地域毎に単位面積当たりの炭素蓄積量を推定することが必要であり、そのためには全国的な地上調査データが必要となる。しかしPNGの森林は広大かつ急峻な地形が多く、道路アクセスが限られており、また森林に立ち入るには森林所有者の許可が必要等の理由から、地上調査データは伐採事業によりアクセスが可能となった低地林に偏っており、国土全体における地上調査データが不十分である。

また、REDD+では森林面積・状態の変化を定期的にモニタリングしていくことが求められるが、現状の森林公社のモニタリングは伐採事業区域に限定されているため、農地開発や山火事等による森林減少は把握する手段を持っていない。

(3) 各活動の詳細とこれまでの進捗状況

本プロジェクトでは、前項で述べた問題点に対応するために大きく3つの活動を実施している。その具体的な内容と進捗状況を以下に示す。

① 全国森林分布図の更新

本プロジェクトでは、無償資金協力により供与されたドイツの人工衛星 RapidEye による解像度 5m の光学衛星画像を用いて、森林分布図の更新を行っている。熱帯雨林気候下にある PNG では一年を通じて雲に覆われる頻度が高いが、RapidEye は5つの同型衛星により高頻度に撮影できるため、他の衛星と比較して雲の影響の少ない画像を取得できる。

PNG の森林面積は広いので、まずは衛星画像の自動分類を行うこととした。自動分類のためには、衛星画像解析ソフトウェアが画像情報からそれぞれの森林タイプに仕分けするための、閾値や特徴量等を設定することが必要である。閾値や特徴量等の設定は森林植生に詳しい C/P を中心に行ったが、PNG の森林植生は多種多様であり、同じ森林タイプであっても見え方が異なることがあるため、統一基準を設けることは一苦勞であった。

また、調達された衛星画像解析ソフトウェアではセグメンテーションの大きさを細かく設定できるので、既存森林分布図と比べると、森林タイプの境界の精度を向上させることができている。自動分類された画像は誤分類を含むので、現在、目視による判読修正を進めているところである。今回実施している衛星画像を活用した森林分布図作成の一連の作業は、今後 C/P だけでも実施できるよう OJT を通じて能力向上を図るとともに、必要な部分はマニュアル化している (写真 2)。

② 森林資源データベースの開発

様々な森林情報を一元的に管理する「森林資源データベース」を開発するため、既存のデータベースの構成やデータの把握、分析を行った。その結果、森林資源データベースは既存 GIS である FIMS をベースとして開発することとした。FIMS は Mapinfo (GIS ソフトウェア) と Access をベースとしたシステムであるが、衛星画像解析を始めとする空



写真 2 衛星画像解析を行う C/P

間解析を強化するため、ArcGIS へソフトウェア変更を行った。また、データベースソフトとしては森林情報の一元管理を可能にするため、Microsoft 社 SQL サーバを導入して、衛星画像や地上調査データ等様々なデータを格納できるようにした。森林調査データを扱う FIMS についても汎用性を高めるために SQL サーバ用に作り直した上で、FIMS 上で扱えるように改良した。今後、格納されるデータの種類や量を増やしていくことにより、森林炭素量推計を始め、行政上必要な様々なデータ処理が可能となることが期待される。

これらのデータベース開発については、C/P とともに改良点等を含めた要求仕様について検討し、その結果を基に日本でデータベース開発を行うという手法を取っている。今後は、C/P がデータベースのユーザーとして十分に管理・運用できるように OJT を実施することを考えている。

③ 森林炭素量推計を含めた森林モニタリングシステムの構築への取り組み

森林炭素量推計に関しては、全国的な地上調査が非常に困難なので、PNG 政府が所有している GeoSAR という航空機レーダのデータを用いて推計する検討を進めている。通常、航空機レーダのデータは高額であるが、幸運なことに PNG 政府は 2006 年にオーストラリア政府が取得した PNG 本島全域

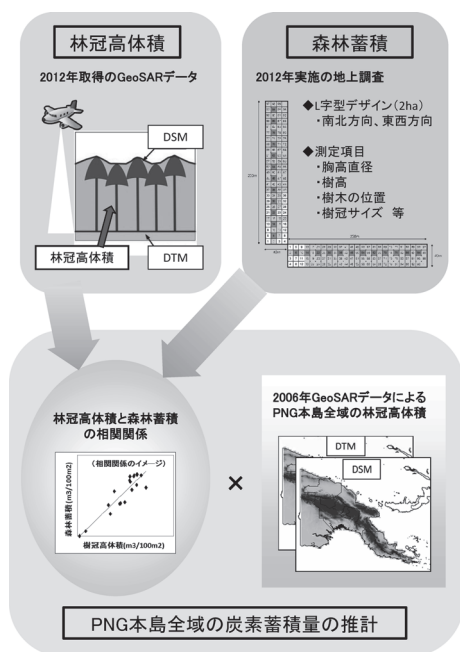


図 1 GeoSAR データによる森林炭素量推計の概念図

の GeoSAR データを譲り受けていたため、これを活用した手法を検討することとした。GeoSAR は 2 種類のレーダ波を有しており、取得したデータから、5m の解像度で、地表面の高さを表す数値地形モデル (DTM : Digital Terrain Model) と林冠表面の高さを表す数値表面モデル (DSM : Digital Surface Model) を生成できる。森林炭素量の推定に際しては、DSM と DTM の差分をここでは林冠高体積として、地上調査で取得した森林バイオマス量との比較から両者の相関関係を求め、それを PNG 本島全域に適用することを検討している (図 1)。

GeoSAR データによる森林炭素量の検証・校正は、本プロジェクトのパイロットエリアである PNG 本島南東部に位置するミルンベイ州 Central Suau 地区 (約 60,000 ha) で行っている。検証・校正のため無償資金協力により 2012 年の同地区の GeoSAR データが取得されているので、本プロジェクトでは同年に森林バイオマス測定のための地上調査を実施した。この地上調査のプロットデザインは、航空機の飛行経路と GIS の解析を考慮して、

南北方向と東西方向の L 字形とし、主な測定項目は、地上部のバイオマス測定のための胸高直径、樹高の他に、航空機データとの比較に必要な各樹木の位置、樹冠サイズとした。

現時点ではまだデータを解析中であるが、GeoSAR データを使った全国レベルでの森林炭素量推計は、全国レベルでの地上調査が困難な地域において、限られた地上調査の結果を面的に広げることが可能な手法として、大きな可能性・期待があるものと考えている。

また、森林炭素量推計以外には、試行的な参照排出レベルの設定と森林面積変化の推定に係る能力強化を今後実施する予定である。参照排出レベルの設定は過去の LANDSAT データを用いて、森林面積変化の推定は雲を透過する PALSAR データを用いて、それぞれ C/P の能力強化を実施することを考えている。

(4) 森林モニタリング体制構築のための関係者の能力強化

前項の活動はコアとなる森林公社本部の C/P を対象に実施しているが、今後組織的に森林モニタリングを実施していくためには、森林公社の地域事務所や森林研究所等の能力強化も同時に図っていく必要がある。このため、森林モニタリング実施体制の強化に資する以下の活動を行った。

① 研修ワークショップの開催

リモートセンシング情報の利用、GIS と GPS の使い方等をテーマとして、これまでに 2 回研修ワークショップを開催した。対象は、森林公社の本部・地方事務所、森林研究所を中心として、気候変動・開発局、環境保全省、農業畜産省等の他の政府機関、PNG 工科大学や PNG 大学等幅広いものとした。

② 炭素量測定の地上調査の研修

本プロジェクトでは地上調査を主眼としていないものの、REDD+に対応した森林モニタリングを実施するには、5つの炭素プール (地上部バイオマス、地下部バイオマス、枯死木、リター、土壌) の測定が必要となる。地上部バイオマスと土壌の炭素量調査については、既に森林研究所が調査実施能力を

持っているので、地下部バイオマス、枯死木、リターの炭素量の測定方法について実地研修を実施した。

5. 今後の展開

本プロジェクトはリモートセンシングからのアプローチを中心として実施しているが、森林分布図や森林炭素量推計の精度を上げようと考えれば、全国的な地上調査が必要となってくる。タイミング良く2013年から、UN-REDDとEUの支援により国家森林調査プロジェクトが開始されるため、今後全国規模の地上調査データが収集されることが期待される。また収集したデータは本プロジェクトで開発した森林資源データベースに格納されることになるため、今後両プロジェクトが協力しながら相乗効果を発揮できるように進めていきたい。

また、本プロジェクトと無償資金協力により整備した衛星画像やデータベースとそれらを活用する技術は、REDD+のみならず伐採事業管理をはじめとする森林公社の様々な業務に対しても強力なツールとなり得る。今後、日本の支援による成果が多目的に活用されることが期待される。

〔参考文献〕 1) FAO (2010) Global Forest Resource Assessment 2010 : main report. FAO 2) PNG Forest Authority. Forest Industry Overview. <http://www.forestry.gov.pg/site/page.php?id=40/> (2013年4月26日アクセス) 3) Shearman, P.L. *et al.*, (2008) The state of the forests of Papua New Guinea : mapping the extent and condition of forest cover and measuring the drivers of forest change in the period 1972-2002. University of Papua New Guinea.

コラム欄の原稿募集

本誌は下記のコラム欄への記事を募集しております。幅広い皆様からの投稿を歓迎致します。原稿料も些少ですが差上げます。

「眼で見る世界の森」は世界各地の特徴ある森林の写真を見ながら、その森林の特徴を学ぶ欄です。世界の多様な森林を一人の執筆者でカバーできるものではありませんので、読者の皆様の活発な投稿を歓迎します。投稿は写真1葉と解説文800字程度で、刷り上がり1ページです。

「民間海外植林地の現況」では、日本の民間団体が公的補助、CSR、寄付金等により世界各地で実施した植林活動を紹介する欄です。民間団体の皆様からの投稿を歓迎します。この欄は刷り上がり2ページを予定していますので、図表・写真込みの3,100字以内でお願いします。なお、写真1葉は350字分に相当します。図表は8cm×8cmで500字程度に相当します。

なお、これらコラム欄のみならず、本文への記事も通年募集しておりますので、皆様からのご投稿をお待ちしております。投稿要領等は前号 (No. 86) 66頁にあります。

以上についての連絡先：〒112-0004 東京都文京区後楽 1-7-12 林友ビル 3F

(公財) 国際緑化推進センター 「海外の森林と林業」編集係

電話：03-5689-3211, E-mail：nr@jifpro.or.jp