

**平成 18 年度温暖化対策クリーン開発メカニズム事業調査**  
**フィジー・低所得者層コミュニティ参加型マングローブ植林事業調査<報告書概要版>**

## 1. 調査名

フィジー・低所得者層コミュニティ参加型マングローブ植林事業調査

## 2. 団体名

有限会社泰至デザイン設計事務所

## 3. ホスト国及び地域

フィジー諸島共和国／ビチレブ本島南西部／ロマワイ村近郊

## 4. プロジェクトの概要

### 4.1. ホスト国の CDM 承認体制および A/R CDM に関する定義等

本プロジェクトは、フィジーの本島ビチレブ南西部に位置するロマワイ村近隣の侵食が進みつつある沿岸地域において、環境保全を目的としたマングローブの再植林を小規模 A/R CDM として実施する。プロジェクトにおける植林対象面積は 250ha を予定し、30 年間のプロジェクト実施期間による CO<sub>2</sub> 固定量は 100,892tCO<sub>2</sub> と推計する。

また、同時に、植林を行うエリアは、エコツーリズムに対応可能な公園として造営し、ホスト国における低所得層の住民が主体となり運営する。マングローブ環境植林を核に、地域の雇用創出や地域経済活性化等、社会経済に貢献するスキームを構築することで、継続的な環境保全へのインセンティブの増加を目指す。当該地域におけるマングローブ環境植林の主な有用性を、以下に挙げる。

①沿岸生態系の保護②温室効果ガスの削減③雇用の創出（マングローブ植林地域の公園化によるエコツーリズムの誘致、地域社会への利益還元）④水産資源の向上（マングローブ林形成による魚類・カニ等の増加が生活基盤の安定化へ寄与）⑤海面上昇に対する防波堤効果

### 4.2. 提案プロジェクトがホスト国・地域の持続可能な開発に貢献できる点

本プロジェクトは、必要性が認識されつつも具体的な有効策が実施されてこなかった「適応」と、地域社会に利益を供与する「CDM」を同時に達成するものであり、持続可能な開発への寄与は非常に大きいと推量する。また、地域社会(住民)が主体となり参画する本プロジェクトにおいては、プロジェクト参加者の本プロジェクトの便益の理解が、マングローブ林の保全・促進と有効利用に繋がると期待される。ホスト国および地域社会の持続可能な開発に貢献する点は、以下の通りである。

a.CDM による貢献／①CDM クレジット還元による地域住民の収入向上、②キャパシティビルディング  
 b.マングローブ環境植林による貢献／①マングローブ林形成に伴う水産資源（魚、エビ、カニ等）獲得高の向上、②植林および管理による雇用創出、③土地リースの必要が生じた場合の収入(土地貸借費)向上、④温暖化への適応(海面上昇による沿岸侵食に対する脆弱性の解消)、⑤津波等の外海からの脅威に対する防波堤（スマトラ沖地震において実証例有）、⑥生物多様性の保護・改善、⑦キャパシティビルディング(植林および管理における知識・技術の習得)、⑧観光資源としての有効活用

c.エコツーリズムによる貢献／①エコツーリズムによる雇用創出、継続的な現金収入、②エコツーリズム実施に伴う伝統的文化の継承、③キャパシティビルディング（旅行業関連における知識・技術の習得）

## 5. 調査結果の概要

### 5.1. ホスト国の CDM 承認体制および A/R CDM に関する定義等

Ministry of Local Government, Housing, Squatter Settlement & Environment（自治体居住定住環境省）が、DNA として設置されている。また、既に小規模 CDM として“Vaturu and Wainikasou Hydro Projects”（小規模水力発電）を承認しており、当該プロジェクトは、CDM 理事会においても登録されている。また、国家政策との関連性（ラムサール条約、森林管理政策等）についても引き続き調査を実施する。

〔CDM 実施に関する法的課題および検討事項〕

a. マングローブ管理委員会への計画提案

第一に、Mangrove Management Committee(マングローブ管理委員会)に、本プロジェクトが持続可能なマングローブ生息域の開発であることを承認される必要がある。一連の審議は、本プロジェクトに関する大半の事項が集約され、関連行政機関の意見を反映する形で進行するものと推測する。

b. CDM関連事項

A/R CDMの要件である森林の定義(FCCC/CP/2003/6/Add.2, Annex, Art. F.8)、小規模A/R CDMに関連する低所得者層の定義等、未だ公表されていないホスト国側の明示すべき項目を含む各種情報について、継続的に調査を実施する。現在、フィジーでは、森林の定義(i. 最低面積: 0.05~1.0 (ha)、ii. 最低樹冠率: 10~30 (%)、iii. 成木の最低樹高: 2~5 (m))を公式に発表していない。継続して、森林の定義に関する確認を行うこととするが、本プロジェクトで提案している植林候補地は250haあり、樹冠率も現在の密植を行うことにより90%程度を想定している。尚、成木の樹高は4~5mを想定しているが、現在マングローブ林を森林として定義しているフィジーでは、DNAが公表する定義においてもマングローブ林が森林として定義される閾値を設定すると考えられる。

〔A/R CDMにおける土地の適格性〕

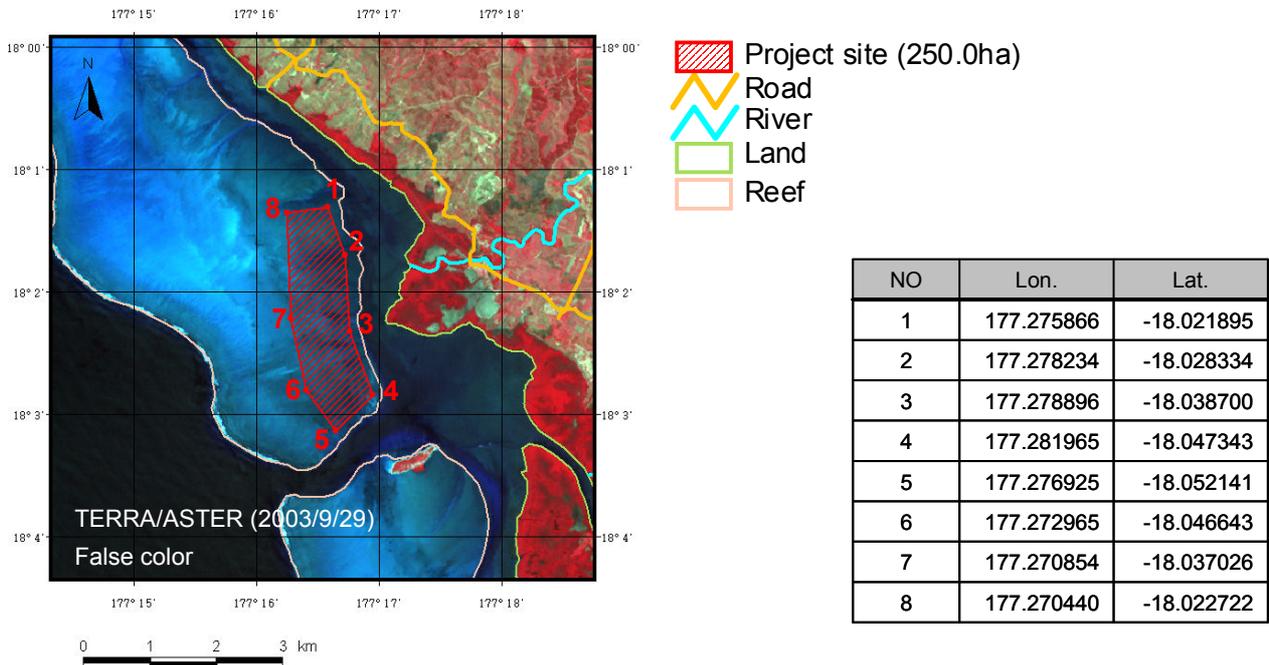
本プロジェクトは再植林として定義する。即ち、1989年時点において、本プロジェクトの植林対象地が、森林ではなかったことを証明する必要がある。証明方法としては、PRAに基づく文書による証明を念頭に置き現在活動している。

本プロジェクト対象地は、その大半が潮位の変化により露出、水没を繰り返す干潟であるため、1989年時点においても森林ではなかったことがインタビュー調査等からほぼ明らかになっている。本プロジェクトでは、既に複数の地元コミュニティからマングローブ植林のための、土地提供のオファーを取り付けており、PRAによる証明には大きな問題はないと考える。また、今後詳細な確認が必要であるが、過去の図面等から現在のマングローブの植生域が顕著に変化していないことが想定される。

5.2. 環境影響評価制度

EIA(環境影響評価)の実施については、フィジーの法令に則り実施する必要がある。フィジーでは、2005年に通過した環境管理法2005(Environment Management Act)の第4部により、EIA制度が規定されている。しかし、同法は、必要な詳細規定が決定されていないために施行されておらず、2006年11月29日には、フィジー環境省により環境影響評価規則の最終案に関するワークショップが開催されている。現時点では、本プロジェクトがEIAの対象になるかどうかを規定により確認することは難しい。

5.3. プロジェクト・バウンダリー



衛星画像を元に、マングローブ植林の対象地を判断し、GIS を用いてプロジェクト・バウンダリーを決定した。プロジェクトサイトの面積は、250.0ha となった。

## 5.4. 炭素プール

本プロジェクトでは、下表に示すように地上部バイオマスおよび地下部バイオマスにおける CO<sub>2</sub> およびプロジェクトサイトが乾燥化した後の土壌有機炭素における CO<sub>2</sub> 及び N<sub>2</sub>O を対象とする。

対象とする炭素プール	対象とする GHG
地上部バイオマス	CO <sub>2</sub>
地下部バイオマス	CO <sub>2</sub>
土壌有機炭素（乾燥化した後）	CO <sub>2</sub> 、N <sub>2</sub> O

## 5.5. リークージ

本プロジェクトにおけるリークージ(負の影響：GHG 排出量の増加)としては、以下の事象が考えられる。①及び②の量は微細であり、プロジェクトに対して大きな影響を与えないと考えられるが、プロジェクト実施前に再度詳細な調査を実施する。

- ①マングローブ植林の実施に際して、必要な資材等の搬入に利用する車輛の排出量。
- ②水中に蓄積する落葉落枝の分解により発生する CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O（潮位の干満等でプロジェクト・バウンダリー外に流出した場合）。

[水中での有機物の堆積によるリークージ]

沿岸部分にて行われる植林プロジェクトでは、落葉落枝が植林地の水中に蓄積、もしくは海流等に流されてプロジェクト・バウンダリー外へ流出することが想定される。こうして水中に蓄積・流出した有機物が基質となり、CH<sub>4</sub> と N<sub>2</sub>O が発生する可能性があると考えられる。そこで、CH<sub>4</sub> と N<sub>2</sub>O 発生の可能性と、吸収量推定への影響について、専門家へのインタビューや文献調査により検討した。

### ■ CH<sub>4</sub>

マングローブ植林により新たに供給される有機物は海水中に存在すると考えられる。海水中では硫酸イオンが多いので、メタン生成菌よりも硫酸還元細菌が優先し、基質のほとんどは硫酸還元（有機物 + SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> + 2H<sup>+</sup> → nCO<sub>2</sub> + mH<sub>2</sub>O + H<sub>2</sub>S）されるため、CH<sub>4</sub> の排出は無視できるほど少ないと考えられる。本方法論においては、CH<sub>4</sub> の排出は無視できるほど小さいとして、ゼロ「0」と考えることとする。

### ■ N<sub>2</sub>O（N<sub>2</sub>O は、脱窒または硝化の過程で発生する）



現存するマングローブ林からは、N<sub>2</sub>O が発生しているが、これがマングローブ林の存在（有機物の供給）に起因するかどうかは明らかにはなっておらず、また、それを示すことは困難と考えられる。一方、N<sub>2</sub>O の発生には、水中の塩分濃度は影響しない。そこで、本プロジェクトにおける N<sub>2</sub>O の発生は、陸域における植林による N<sub>2</sub>O の発生と同様と考える。

GPG-LULUCF では、森林に関する N<sub>2</sub>O の排出は、窒素施肥と土壌の排水により生じるとされており、本プロジェクトによる N<sub>2</sub>O 排出は、土壌の排水により生じる N<sub>2</sub>O と同様のものと考えられる。しかしながら、GPG-LULUCF では、土壌の排水の推計方法については、Appendix での取り扱いとされており、その推計方法については不確実性が高いことが指摘されている。また、Appendix に示された推計方法は、活動面積に排出係数を乗じて求めるものであり、これを本プロジェクトに適用した場合には、マングローブ植林により追加的に排出される N<sub>2</sub>O 以外の N<sub>2</sub>O の排出（ベースラインでの N<sub>2</sub>O の排出）も含まれ、非常に過大に評価してしまうものと考えられる。以上のような理由から、本プロジェクトでは、N<sub>2</sub>O の発生量を扱わないこととした。

## 5.6. ベースライン

[小規模 A/R CDM におけるベースラインシナリオ]

通常規模のA/R CDMにおいては、ベースラインシナリオは、登録されたA/R CDMプロジェクトが存在しない場合に起こるプロジェクト・バウンダリー内の炭素プールにおける炭素蓄積の変化の合計を合理的に表すシナリオであると定義されている。

一方、本プロジェクトは、プロジェクトによる純人為的吸収量が年間8,000 tCO<sub>2</sub>を下回るため、小規模A/R CDMとして開発する。

小規模A/R CDMにおいては、プロジェクト・バウンダリー内の炭素蓄積量に顕著な変化がないという適切な情報を提供することが可能ならば、プロジェクト実施前の炭素蓄積量をベースラインとみなすことができる。(クレジット期間中一定と仮定)

[本プロジェクトにおけるベースラインシナリオ]

本プロジェクトを実施する予定であるプロジェクトサイトは、複数の土地所有者が所有する区画に点在する。故に、対象地を数種類に層化した上で各層のベースラインシナリオを特定し、それぞれのベースライン純吸収量を検討する必要がある可能性もある。しかし、現地調査の結果から、植林対象地がすべて類似した沿岸部分に位置しており、全ての層において同一のベースラインシナリオを適用することとした。また、本プロジェクトでは、ベースライン純吸収量を以下の検討内容により「ゼロ (0)」と仮定している。

[ベースラインシナリオ代替案の検討]

以下、本プロジェクトサイトにおけるベースラインシナリオ代替案の整理・検討を行う。

◆代替案1：マングローブ植林が行われる。(本プロジェクトはベースラインシナリオ)

1) 民間企業・NGOによる環境植林:本プロジェクトのサイトにおいて、国際的な企業およびNGOが、緑化およびCSR活動等の一環としてマングローブ植林を実施する。

2) 民間企業・地元住民等による植林：薪炭材採取、建築材等を目的とした植林を行う。

上記活動が本プロジェクトサイトで実施される可能性は、以下の理由から非常に低いと考えられる。フィジーでは、以前より民間企業・NGO等によるボランティアベースの環境植林が行われてきたが、こうした活動は数件の事例がある程度で限定的である。また、オプション2)については、石油製品による薪炭材の代替が進みつつあり、当該サイトにおいても現実的なオプションではない。

プロジェクト対象予定地は、幹線道路からのアクセスも悪く、近隣コミュニティでは植林の慣行もないことから、提案する植林活動が実施される可能性は低いと推測する。

◆代替案2：植生回復により、一定のGHG吸収が起こる。

本プロジェクトの対象サイトは海岸線に面した沿岸地域であり、土壌中の塩分が高濃度に蓄積している。また、海岸線に面していることから潮位の干満に伴い、大部分の時間帯で地表面が完全に水没する。こうした環境では、通常の植物が生息するのは極めて困難であり、マングローブ以外の植生が定着する可能性はほぼないと考えられる。

また、プロジェクトサイトに隣接するマングローブ林の拡大によって、プロジェクトサイトのベースライン純吸収量が増加することも考えられるが、過去のマングローブ植生域を示す図面と現状を比較した限り、マングローブ植生域の顕著な増減は見られないため、今後も現状が維持されると想定する。

◆代替案3：現状維持／植林は行われず、植生の自然回復も起こらない。(本プロジェクトでのベースラインシナリオ)

プロジェクト対象地では、植林の慣行はない。また、対象地における2時点(2003年9月と2007年1月)の衛星画像(TERRA/ASTERのデータ、幾何補正後、フォルスカラーで表示)を比較したところ(報告書本編参照)、雲の影響が無く比較可能な範囲内では、プロジェクトサイトに2時点ともに植生が無いことが確認された。以上の検討及び上記の代替案1および2の検討結果から、「植林が行われず植生回復も起こらない」現状維持のシナリオが最も現実的である。

◆代替案4：植林は行われず、別の方法(養殖等)で土地が利用される。

[検討結果]

代替案1については、プロジェクト対象予定地ではこれまで企業などによる環境植林の実施例がなく、また地元住民による植林の慣行はない。また上記代替案2及び4は、地元住民からのヒアリング等から、天然更新や養殖などが行われたことや計画されたことがない。これらを考慮すると、代替案3「現状維

持／植林が行われず、植生回復も起こらない」シナリオが最も現実的である。

[ベースライン純吸収量の推定]

ベースライン純吸収量は次式により求める。

$$B(t) = \sum_i (B_{A(t),i} + B_{B(t),i}) * A_i$$

$B(t)$  →プロジェクト活動が実施されなかった場合の「 $t$ 」時点でのプロジェクト・バウンダリー内の炭素蓄積量(t-C)

$B_{A(t),i}$  →プロジェクト活動が実施されなかった場合の「 $t$ 」時点での層「 $i$ 」における地上部バイオマス中の炭素蓄積量(t-C/ha)

$B_{B(t),i}$  →プロジェクト活動が実施されなかった場合の「 $t$ 」時点での層「 $i$ 」における地下部バイオマス中の炭素蓄積量(t-C/ha)

$A_i$  →層「 $i$ 」のプロジェクト活動エリア(ha)

即ち、上記式では、類似したカテゴリーに分けたエリア(層)の面積に単位面積当たりの炭素蓄積量(吸収原単位)を乗じて、吸収量を求めるものである。

ベースライン純吸収量の推定では、プロジェクト活動が行われなかった場合の地上部・地下部バイオマス量の推定が求められる。

本プロジェクトは沿岸部の潮間帯を対象としており、対象サイトを概観したところ、植物群落の形成も見られない。また、ベースラインシナリオでは植林が行われず、植生回復も起こらないと考えられることから、ベースライン純吸収量は「ゼロ(0)」と推定される。

## 5.7. 追加性

小規模 A/R CDM の追加性の証明には、植林プロジェクトを実施する上で障壁 (バリア) があるために当該プロジェクトが実施できないことを示す方法が認められている。

第 6 回 A/R ワーキンググループの Report Annex 2、Attachment B で示されているように、これらのバリアには以下の種類がある。①投資バリア、②制度上のバリア、③技術的バリア、④地域の伝統に関連したバリア、⑤一般的な慣習によるバリア、⑥地域の生態的状況によるバリア、⑦社会的な状況によるバリア。プロジェクトの追加性の証明には、これらのバリアのうち、1 つのバリアの存在がプロジェクト活動の実施を妨げていることを証明する必要がある。

本プロジェクトでは、特に①投資バリアと⑤一般的な慣習によるバリアが存在すると考えられるが、本調査ではこれらに加えて③技術的バリアおよび⑦社会的な状況によるバリアについても考察を加えた。(報告書本編参照)

本プロジェクトの PDD では、①投資バリアを用いて追加性を証明することが最も説得力があり、適切であると考えられる。また、本プロジェクトが直面する投資バリアは、a.カントリーリスクと b.事業の収益性に由来するものに分類可能であると考えられる。

以下の投資バリアの説明により、本プロジェクトが投資バリアによって実施されていないこと、すなわち本プロジェクトが追加的であることは証明可能であると考えられる。

[投資バリア]

### a.カントリーリスクによる投資バリア

本プロジェクトの計画されているフィジーでは、2006 年 12 月 5 日に軍部隊が首都スバ市内の首相公邸や政府庁舎を包囲するなどクーデターを強行し、政情が非常に不安定な状況となっている。また、クーデター後のフィジーの自国通貨建国債の Moody's の格付け (ソブリン・シーリング) は、2006 年 12 月末現在で引き続き Ba2 であるが見通しはネガティブであり、多くの先進国企業から投資対象国として考慮されない可能性が高い。

### b.事業の収益性にともなう投資バリア

本プロジェクトは通常の植林事業に見られる木材やパルプ・チップの生産を目的としていないため、CDM 化されない場合は事業からの収益が見込めない。アンダーライニング (本体の植林事業) 部分からの収益がないという状況は、本プロジェクトの資金調達に大きな影響を与える。

そもそもアンダーライニング部分からの収益が見込めないプロジェクトには、銀行などが融資を行うことが考えられず、構造的に資金調達が困難となる。

また、本プロジェクトの担い手である地域住民は、低所得者層に属しており自己資金で本プロジェクトに出資することは困難である。さらに、これらの住民が国内の金融市場から資金調達を行うことは、ほぼ不可能に近いといえる。

また、カントリーリスクの上昇などにともない、外部（国際金融市場）から投資を呼び込むことが困難となっている。

## 5.8. モニタリング

小規模 A/R CDM のモニタリング方法論をベースとして、プロジェクト吸収量を推定する新方法論を作成する。プロジェクト開始後（Ex post）の炭素蓄積量は、層化された無作為抽出（ランダムサンプリング）を用い、次式により求める。

$$P_{(t)} = \sum (P_{A(t)i} + P_{B(t)i}) * A_i$$

$P_{(t)}$  → 「t」時点でのプロジェクト・バウンダリー内の炭素蓄積量 (t-C)

$P_{A(t)i}$  → 「t」時点での層「i」における地上部バイオマス中の炭素蓄積量 (t-C/ha)

$P_{B(t)i}$  → 「t」時点での層「i」における地下部バイオマス中の炭素蓄積量 (t-C/ha)

$A_i$  → 層「i」のプロジェクト活動エリア (ha)

また、乾燥により排出される GHG の排出量は次の式により求める。

$$P_{E(t)} = (EF_{\text{drain}_C} * 44/12 + EF_{\text{drain}_N} * (44/28) * 310/1000) * A_{\text{drain}(t)}$$

$P_{E(t)}$  → 「t」年に乾燥により排出される GHG (t-CO<sub>2</sub>/yr)

$EF_{\text{drain}_C}$  → 乾燥により排出される炭素量 (t-C/ha/yr)。GPG-LULUCF の値を用いる。

$EF_{\text{drain}_N}$  → 乾燥により N<sub>2</sub>O として排出される窒素量 (kg-N<sub>2</sub>O-N/ha/yr)。GPG-LULUCF の値を用いる。

$A_{\text{drain}(t)}$  → 「t」時点での乾燥化したエリア (ha)

[モニタリングの課題]

### a. データの入手可能性

商業植林用の樹種を採用した場合、樹木の幹材積、収穫予想表、拡大係数、Root to Shoot Ratio 等の基礎データおよび統計資料が容易に入手可能なものも存在するが、本調査によりマングローブについては前出データの入手が困難であることが判明した。

特に、既定されているバイオマス成長量は、吸収量を推定するために必要なデータである。一方で、マングローブのバイオマスに関するデータが限定的であるため、本プロジェクトでは過去の文献データや IPCC GPG for LULUCF などから数値を仮定する必要がある。

### b. モニタリング実施における課題

策定したモニタリング計画に基づき、立木本数、樹高、胸高直径（DBH）、バイオマス量等のデータについて調査を行う予定であるが、モニタリングにおいては、指揮・管理能力を有するホスト国学術機関あるいは NGO からの支援が必要であると考えている。

## 5.9. プロジェクト実施期間／クレジット獲得期間

以下の理由により、プロジェクト実施期間を 30 年間とする。

①現在 CDM 試験植林および現地調査等に関係しているステークホルダーの年齢を考慮し、大幅な世代交代による影響を受けない範囲で、プロジェクト実施期間を決定した。

②植林されたマングローブ林の生育最高点を 20 年前後と仮定した場合、実施期間 30 年が妥当と考える。（バウンダリー内全域の植林完了までに 5 年を要すると推測している）

## 5.10. 非永続性への対応（クレジットの選択）

A/R CDM における最大の課題である非永続性(補填の義務)への対処法は、現在、下記 2 種類のクレジットから選択する方法が採用されている。

i. Temporary CER(以下“tCER”) ii. Long-term CER(以下“lCER”)

本プロジェクトでは、円滑なプロジェクト運営の観点から、補填義務を可能な限り延期することが望ましいと判断した結果、“lCER”を選択する。

## 5.11. 温室効果ガス削減量（又は吸収量）計算に関する情報

[プロジェクト活動による純人為的 GHG 吸収量の推定]

純人為的 GHG 吸収量は、現実純 GHG 吸収量からベースライン純 GHG 吸収量とリーケージを差し引いて求める。炭素蓄積量については、以下の式で求める。

$$N(t) = \sum(N_{A(t,i)} + N_{B(t,i)}) * A_i$$

$N(t)$  → 「t」年のプロジェクト・バウンダリー内の炭素蓄積量 (t-C)

$N_{A(t,i)}$  → 「t」年の層「i」における地上部バイオマス中の炭素蓄積量 (t-C/ha)

$N_{B(t,i)}$  → 「t」年の層「i」における地下部バイオマス中の炭素蓄積量 (t-C/ha)

$A_i$  → 層「i」のプロジェクト活動エリア (ha)

また、乾燥により排出される GHG の排出量は次の式により求める。

$$N_{E(t)} = (EF_{\text{drain}_C} * 44/12 + EF_{\text{drain}_N} * (44/28) * 310/1000) * A_{\text{drain}(t)}$$

$N_{E(t)}$  → 「t」年に乾燥により排出される GHG 排出量 (t-CO<sub>2</sub>/yr)

$EF_{\text{drain}_C}$  → 乾燥により排出される炭素量 (t-C/ha/yr)

$EF_{\text{drain}_N}$  → 乾燥により N<sub>2</sub>O として排出される窒素量 (kg-N<sub>2</sub>O-N/ha/yr)

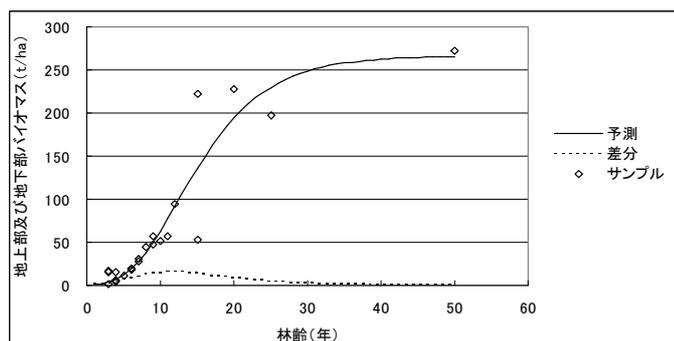
$A_{\text{drain}(t)}$  → 「t」年時点の乾燥化したエリア (ha)

現実純GHG吸収量については、本プロジェクトで植林する予定である *Rhizophora* 属について、林齢別のバイオマスデータを既往文献から収集し、推定に用いた。

尚、同じく植林する予定である *Bruguiera* 属についても同様の推定を行うためにデータ収集を行ったが、データが無かったため、本推定では、全て *Rhizophora* 属を植林したものとして計算している。

収集したデータに、ゴンペルツ曲線を当てはめて、林齢-バイオマスの推定式を作成した。林齢-バイオマスの推定結果は、以下の図に示すとおりである。本プロジェクトでは、この林齢-バイオマスの推定式を用いて現実純GHG吸収量を推定した。

### 林齢とバイオマスとの関係



### プロジェクトによる吸収量

植林面積 (ha)	サイト					吸収量の単位: tCO <sub>2</sub> /年	
	サイト1	サイト2	サイト3	サイト4	サイト5	排出量	吸収量合計
50	50	50	50	50	50		250
1年目	104.3					0.0	104.3
2年目	186.7	104.3				0.0	291.0
3年目	301.4	186.7	104.3			0.0	592.4
4年目	445.5	301.4	186.7	104.3		0.0	1,038.0
5年目	610.3	445.5	301.4	186.7	104.3	0.0	1,648.3
6年目	783.2	610.3	445.5	301.4	186.7	0.0	2,327.1
7年目	949.9	783.2	610.3	445.5	301.4	0.0	3,090.4
8年目	1,097.7	949.9	783.2	610.3	445.5	0.0	3,886.6
9年目	1,216.7	1,097.7	949.9	783.2	610.3	0.0	4,657.8
10年目	1,301.1	1,216.7	1,097.7	949.9	783.2	0.0	5,348.5
11年目	1,349.3	1,301.1	1,216.7	1,097.7	949.9	0.0	5,914.6
12年目	1,362.6	1,349.3	1,301.1	1,216.7	1,097.7	0.0	6,327.3
13年目	1,345.1	1,362.6	1,349.3	1,301.1	1,216.7	0.0	6,574.8
14年目	1,302.1	1,345.1	1,362.6	1,349.3	1,301.1	0.0	6,660.3
15年目	1,239.5	1,302.1	1,345.1	1,362.6	1,349.3	0.0	6,598.6
16年目	1,163.0	1,239.5	1,302.1	1,345.1	1,362.6	0.0	6,412.4
17年目	1,077.7	1,163.0	1,239.5	1,302.1	1,345.1	0.0	6,127.5
18年目	988.1	1,077.7	1,163.0	1,239.5	1,302.1	0.0	5,770.5
19年目	897.7	988.1	1,077.7	1,163.0	1,239.5	0.0	5,366.0
20年目	809.1	897.7	988.1	1,077.7	1,163.0	0.0	4,935.6
21年目	724.4	809.1	897.7	988.1	1,077.7	0.0	4,496.9
22年目	644.7	724.4	809.1	897.7	988.1	0.0	4,064.0
23年目	571.0	644.7	724.4	809.1	897.7	0.0	3,646.9
24年目	503.5	571.0	644.7	724.4	809.1	0.0	3,252.8
25年目	442.4	503.5	571.0	644.7	724.4	0.0	2,886.1
26年目	387.5	442.4	503.5	571.0	644.7	-2,221.0	328.2
27年目	338.4	387.5	442.4	503.5	571.0	-2,221.0	21.9
28年目	294.9	338.4	387.5	442.4	503.5	-2,221.0	-254.2
29年目	256.5	294.9	338.4	387.5	442.4	-2,221.0	-501.3
30年目	222.7	256.5	294.9	338.4	387.5	-2,221.0	-721.0
合計	22,917.1	22,694.4	22,438.0	22,143.0	21,804.6	-11,104.8	100,892.4

また、本プロジェクトのプロジェクトサイトは1日に2時間程度干潟になる比較的低い土地であるため、30年間のプロジェクト期間中には完全に陸地になることはない可能性も考えられるが、保守的に見て、最初の植林から25年間でプロジェクトサイト全てが乾燥化するものと仮定し、プロジェクトの最終5年間に排出されるCO<sub>2</sub>とN<sub>2</sub>Oを算定することとした。CO<sub>2</sub>とN<sub>2</sub>Oの排出係数は、GPG-LULUCFに記載の「管理森林の排水された有機土壌のためのCO<sub>2</sub>-C排出係数デフォルト値」(熱帯林:1.36tC/ha/yr)と「森林土壌の排水によるN<sub>2</sub>Oデフォルト排出係数」(熱帯気候:8kgN<sub>2</sub>O-N/ha/yr)を用いた。また、N<sub>2</sub>OのGWPは310とした。

ベースライン吸収量は、ベースラインの項で述べたようにゼロ「0」と仮定し、また、リーケージについては、リーケージの項で述べたように、無視できるほど小さいと考え、ゼロ「0」と仮定する。

〔30年間の純人為的GHG吸収量〕

『純人為的 GHG 吸収量 = 現実純 GHG 吸収量 - ベースライン純 GHG 吸収量 - リークージ』

$$=100,892(\text{tCO}_2)-0-0$$

$$=100,892(\text{tCO}_2)$$

[30年間で平均した年間削減量]

$$100,892(\text{tCO}_2) \div 30 = 3,363(\text{tCO}_2)$$

## 5.12. 環境影響、その他の間接影響に関する情報

本調査の結果(資料の収集および情報分析、専門家へのヒアリング、現地調査等)、プロジェクト実施によってもたらされる環境影響および社会経済影響については、下記事項を予測する。結果としては、ホスト国および地域社会にとって有益な影響が多く、持続可能な開発に通ずるものと確信する。

### a. 社会経済影響

①水産業的資源の育成(カニ、エビ、魚類、他)、②林業的価値の向上(持続的管理利用による森林の維持/間伐材による薪炭の製造)、③観光資源的価値の向上(エコツーリズム、他)

### b. 環境影響

①沿岸生態系の保護(有機炭素の適切な供給)、②マングローブ根系による水中懸濁粒子沈降促進効果(サンゴ礁保全効果)、③栄養塩(リン・窒素)除去効果による水質浄化および保全効果、④波浪侵食に対する海岸保全効果、⑤海面上昇による土壌侵食の防止(土砂堆積効果および防波堤効果)

## 5.13. 利害関係者のコメントに関する調査

プロジェクト対象予定地の住民(低所得者層)、学術機関、NGO、行政関連機関等にヒアリングを実施してきた。マングローブ環境植林に関しては、一様に好意的な意見が多数を占めた。漁獲量増加、土壌の改善等、地域住民にとっては、生活基盤の安定(中長期的なインセンティブ)を挙げる者が多いのが特徴である。エコツーリズム実施に関する質問に対しては、現金獲得という短期的かつ直接的なインセンティブも非常に魅力的だという回答が多かった。

## 5.14. 資金計画に関する調査、事業化にむけた資金計画等

<資金調達について>

2006年4月以降、事業可能性調査および本プロジェクト推進において、有限会社泰至デザイン設計事務所を資金調達責任法人(100%)として、投資促進活動を実施している。

本プロジェクトは、環境貢献、社会貢献、GHG削減など、多数の有益な要素を内包しており、近年注目されている企業の社会的責任(CSR)に関心の高い複数社から、当該プロジェクトの方法論申請、CDM実施等への支援のオファーを取り付け、現在2社から支援を受けている。

更に、プロジェクトの進捗度(PDD作成、ホスト国承認等)によっては支援可能である意思表示している大手民間企業が複数社存在する。

本調査の結果、現在排出権を積極的に欲している企業群は、大規模プロジェクト(排出源系)からのクレジット購入に興味があり、小規模A/R CDMに関しては検討の範疇ではない。これは、シンク系特有の“非永続性”及び“補填の義務”に負うところが多い。本プロジェクト支援を検討しているCSR重視企業群は、“マングローブの有用性”“途上国地域社会におけるキャパシティビルディング”に着目している。このように、A/R CDMプロジェクトの資金調達の障害となるのがA/R CDM特有のクレジットのスキームであり、本調査では企業の出資を促進するため以下の事項を検討している。

- ・投資企業がA/R CDMによるクレジットを取得する意義
- ・投資企業によるクレジット取得のメリット・デメリット(購入、保有、自社排出相殺等)

<公的機関および排出権購入機関からの資金提供もしくはシンク系クレジット購入の可能性>

①国際協力銀行(JBIC)、②日本カーボンファイナンス株式会社(JCF) / 日本温室効果ガス削減基金(JGRF)、③独立行政法人国際協力機構(JICA)等からの直接的な財政支援は困難であることが判明している。④独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO) / 京都メカニズムクレジット取得事業についても、買い取り対象を補填義務の生じないクレジットだけに限定することを公表しており、シンク系クレジットは除外されている。

現在最も有望と考えられるクレジットの買手は、世銀のBio Carbon Fund(BCF)である。BCFは、ナットソース・ジャパンやCO2e.comが日本におけるIntroductory Agentとして機能しており、プロジェクト実施者がクレジットの売却交渉を行うことが可能である。BCFはA/R CDMプロジェクトが発生する

クレジットの補填の保証を行っているため、電力企業などをはじめとした大企業が出資している。

<事業の収益性について>

本プロジェクトは、マングローブによる環境植林の CDM 事業化である。故に、換金性産物（木材、パルプ、果樹等）が発生せず収益性に欠け、CDM 事業としてクレジットが発生しない場合、IRR 等各種経済的指標の算出が不可能である。以下に、①CDM 化によるクレジット有りの場合と、②クレジット収入に加えプロジェクト継続の保全策（エコツーリズム）を実施した場合の各種指標を示す。

<収益性（IRR）>

	①クレジットのみ	②クレジットおよびエコツーリズム
1US\$/t-CO <sub>2</sub>	—	14.8%
3US\$/t-CO <sub>2</sub>	—	17.0%
5US\$/t-CO <sub>2</sub>	—	18.9%
7US\$/t-CO <sub>2</sub>	6.0%	20.6%

<収益性の評価>

投資判断の基準として「CDM 植林技術指針調査事業 平成 16 年度事業報告書 別冊 Sink-CDM 投資モデルによる事業性評価」を参考に、①IRR が 10%以上、②IRR が“LIBOR の 10 年平均値+2”%以上を想定した場合、以下クレジット価格が必要となる。

投資基準	①クレジットのみ	②クレジットおよびエコツーリズム
①IRR10%	9.9 US\$/t-CO <sub>2</sub>	5.2 US\$/t-CO <sub>2</sub>
②IRR6.7%	7.4 US\$/t-CO <sub>2</sub>	2.9 US\$/t-CO <sub>2</sub>

<費用対効果>(CO<sub>2</sub> 1 t 削減に要するコスト)

クレジットを唯一収入源とした場合	4.3 US\$/t-CO <sub>2</sub>
事業補完策としてエコツーリズムを同時実施した場合	28.7 US\$/t-CO <sub>2</sub>

## 6. 調査結果の概要

### 6.1. CDM 化にあたっての技術的課題

#### A.リーケージの推定

本プロジェクトでは、小規模 A/R CDM 方法論をベースとして、湿地における植林に関する新方法論を作成（既存方法論を改訂）する必要がある。これにあたり、特に、落葉・落枝の水中での堆積によるリーケージが技術的な課題となるため、本調査では、CH<sub>4</sub> と N<sub>2</sub>O が発生する可能性について検討した。その結果、CH<sub>4</sub> の発生は非常に少ないと考えられたことからゼロとし、N<sub>2</sub>O については、定量的な評価方法が確立されていないことから、対象としないこととした。今後、N<sub>2</sub>O については、AR ワーキンググループや CDM 理事会の動向、定量的な評価方法の研究動向等に留意する必要がある。

#### B.吸収量の推定

本調査では、*Rhizophora* 属のサンプルデータをゴンペルツ曲線にあてはめて吸収量推定モデルを作成し、植林後の各年における吸収量を推計した。マングローブ林に関するデータは、他の有用樹種等と比較すると非常に少ないが、より精度の高い推定を行うためには、さらに多くの既存のデータを収集する必要がある。特に、様々な林齢でのバイオマスデータを収集することが重要である。また、本調査では、収集できなかった *Bruguiera* 属に関するバイオマスデータの収集も課題である。

また、本調査では、植林が成功し乾燥化が進んだ場合の GHG の排出量を、乾燥化の時期を仮定し、IPCC GPG for LULUCF のデフォルト値を用いて推定したが、今後、関連する研究動向等に留意して、適切な方法があれば活用していくことが必要である。

### 6.2. A/R CDM の制度的課題

#### A.A/R CDM クレジットの非永続性と補填問題（tCER および ICER）

クレジットの非永続性への対策として生じる補填問題が A/R CDM 推進における最大の課題である。現在、A/R CDM の“非永続性”への対応は、期限付クレジットの発行により行われており、失効したクレジット同等量を代替のクレジットにより補填しなければならない義務が発生する。そのため、補填

義務がプロジェクト全体に障害をきたすことのないよう円滑な実務運営を実施することが重要となる。

#### B.土地の適格性

EB22 で決定された土地適格性ガイダンスに従えば、航空写真等の地図データの提示が最も望ましい土地の適格性の証明方法であるが、入手が難しいと考えられるため、PRA(Participatory Rural Appraisal)による証明が必要になると考えられる。

#### C.フィジー国の A/R CDM に関する承認体制・基準等

フィジー国では、既に 1 件の CDM プロジェクトに対して政府承認を行っているが、小規模 A/R CDM に関する事項、すなわち、森林の定義や低所得者層の定義、植林プロジェクトにする承認手続き等は不明確である。これらについては、今後、引き続き確認をとっていく必要がある。

### 6.3. 当該プロジェクトの実現に向けた見込み、課題・問題点

#### (A) 事業の採算性

本プロジェクトにおいては、経済性が低いことから、CSR(企業の社会的責任)に基づくプロジェクト支援の要請活動を継続して実施してきた。非営利目的の団体(NGO 等)が実施するものではないので、ホスト国および地域社会、プロジェクト実施者、投資者(民間企業)、各々のメリットを追求することがプロジェクトの継続性を高めると考えている。以下、支援要請の際に懸案事項となったテーマである。

- ①クレジット(tCER、lCER)価格が低いと予測される。
- ②一般の植林事業経費に加え、CDM 関連経費が必要となる。
- ③新規スキーム(CDM の説明含む)であり、前例が少ない。

しかしながら、上記事業性としては負の要因が多い中、本プロジェクトが内包する多数のベネフィットを理解し、支援について前向きに検討を約した民間企業群が存在する。今後、A/R CDM(特に小規模 A/R CDM)の推進には、CSR の概念が有効に作用すると考える。故に、民間企業にとってのメリット(企業ブランド価値の向上、他)を十分に考察・研究する必要がある。

#### (B) 植林特有のリスク

植林による炭素固定を基礎として成立する A/R CDM であるが、植林事業である故のリスクが存在する。また、植林事業特有のリスクこそが、“非永続性”そのものであり、プロジェクト実施者において、最も重要な課題の一つである。成長予測量との誤差に直接に繋がり、クレジット獲得量に反映されるのでプロジェクトの根幹に関わるものである。

#### a.技術的リスク、b.人為的リスク、c.気候的リスク、d.自然災害リスク

#### (C) フィジーの政治的課題 (カントリーリスク)

2006 年 12 月 5 日に、フィジー首相と国軍司令官の政治的対立に端を発する独立以降 4 度目となるクーデターが発生した。クーデター直後、南太平洋大学の一時閉鎖、政府要職者の解任、国軍による道路封鎖等若干の混乱はあったものの内戦には発展せず、2007 年 1 月初旬に国軍司令官を新首相とする暫定政権が樹立し、クーデターは一応成功となり現在に至っている。暫定政権は 2 年後に民主的総選挙を実施する旨の発表を行うが、最大の援助国であったオーストラリアからの制裁的な対応をはじめとし、ニュージーランド、EU、アメリカ等からの非難を浴び、政治的な緊張関係が続いている。

国際的な信用を失墜させるクーデターは投資対象国としての価値を下げ、プロジェクト実施においても今後負の効果が予想される。また、既に暫定政権は現在の 23 省庁を 16 省庁に削減することを含む緊縮財政の新方針を発表しているが、CDM 実施に関連する政府の指針、行政処理での実務に不安が残る。

#### (D) A/R CDM の将来枠組の不透明感

#### a.2012 年末までの将来動向

#### b.A/R CDMクレジットの価格動向 (クレジット価格予測の検討材料)

<制度構築に基づく排出権取引>

◆EU-ETS/EU Emission Trading Scheme : EU 域内取引制度、◆UK Emission Trading Scheme : 英国排出量取引制度、◆CCX/Chicago Climate Exchange : シカゴ気象取引所、◆RGGI/Regional Greenhouse Gas Initi : 地域温室効果ガスイニシアティブ(米国北東部 7 州)

<VERs/Verified Emission Reductions : 自主的な第三者認証による排出権>

◆CSRまたはオフセット・プログラム等での排出権取引

<CDM 理事会によるクレジット発行 : CER>

◆2005 年 10 月以降、CDM クレジット(CER)の取引