

目次

第1章 基礎情報.....	3
1-1. プロジェクトの概要.....	3
1-1-1. 背景・目的.....	3
1-1-2. 概要.....	3
1-1-3. プロジェクトバウンダリー.....	4
1-1-4. プロジェクト実施場所の概況.....	6
1-2. 企画立案の背景.....	8
1-3. ホスト国に関する情報.....	8
1-4. ホスト国の CDM/JI に関する政策・状況等.....	9
1-4-1. 中国政府における CDM に関する政策.....	9
1-4-2. 中国政府における CDM に関する審査体制等.....	10
1-4-1. 中国における CDM の現状.....	11
1-4-2. 中国 CDM の開発に携わる各公的機関・企業の取組.....	12
1-5. 吸収源 CDM プロジェクトの現状.....	13
1-5-1. 吸収源 CDM の概況.....	13
1-5-2. 吸収源 CDM の登録状況.....	14
1-5-3. 中国における吸収源 CDM の状況.....	15
第2章 調査内容.....	16
2-1. 調査実施体制.....	16
2-2. 調査課題.....	16
2-3. 調査方法.....	17
2-4. 基礎調査.....	17
2-4-1. 事前調査.....	17
2-4-2. 現地調査.....	19
2-4-3. ベースラインバイオマス吸収量に関する調査.....	25
2-4-4. 採用する方法論に関する検討・決定.....	25
第3章 調査結果.....	27
3-1. ベースラインシナリオにおける GHG 吸収量.....	27
3-1-1. ベースラインシナリオ.....	27
3-1-2. ベースラインシナリオにおける正味の GHG 吸収量.....	29
3-2. プロジェクトシナリオによる GHG 吸収量.....	33
3-2-1. プロジェクトシナリオによる植林計画.....	33
3-2-2. プロジェクトシナリオによる正味の GHG 吸収事前計算量.....	35

3-2-3.	正味の人為的 GHG 吸収量.....	41
3-2-4.	tCERs クレジット量.....	42
3-3.	モニタリング計画.....	44
3-3-1.	モニタリング計画.....	44
3-3-2.	正味の現実 GHG 吸収量.....	46
3-3-3.	モニタリング QA/QC 手順.....	48
3-4.	温室効果ガス削減量.....	49
3-5.	プロジェクト期間・クレジット獲得期間.....	49
3-5-1.	プロジェクト期間.....	49
3-5-2.	クレジット獲得期間.....	50
3-5-3.	クレジット種類.....	50
3-6.	環境影響・その他の間接影響.....	51
3-6-1.	環境影響.....	51
3-6-2.	社会的影響.....	54
3-7.	利害関係者のコメント.....	54
3-8.	プロジェクトの実施体制及び実施スケジュール.....	56
3-8-1.	プロジェクトの実施体制.....	56
3-8-2.	プロジェクトの実施スケジュール.....	57
3-9.	資金計画.....	59
3-10.	経済性分析.....	59
3-10-1.	プロジェクトの初期投資.....	59
3-10-2.	プロジェクト活動による収益.....	61
3-10-3.	プロジェクト実施後の管理コスト.....	62
3-11.	追加性の証明.....	62
3-11-1.	プロジェクトのバリア分析.....	62
3-11-2.	プロジェクトの内部収益性.....	63
3-12.	事業化の見込み.....	64
第 4 章	有効化審査.....	64
第 5 章	コベネフィットに関する調査結果.....	66
第 6 章	持続可能な開発への貢献に関する調査結果.....	66

第1章 基礎情報

1-1. プロジェクトの概要

1-1-1. 背景・目的

中国では、1950年代に大規模な森林破壊が行われ、また積極的な農地開拓政策により、国土の多くで森林の荒廃した状態が継続している。また、放牧や農業耕作、及び土壌流出等によって、植生のカバー率が著しく低下する傾向にある。中国政府は対策として1999年に森林の育成計画を定め、過去に耕地に変更した林地または草地を原状復帰する政策（「退耕還林政策」または「退耕還草政策」）を開始した。この政策の下、地方政府は対象土地を森林育成対象地に指定し植林活動を試みてきたが、多くの場所で資金不足等により、植生状況の改善が実現していない。

本調査で検討する「中国・河南省におけるトチュウ植林 CDM プロジェクト」は（以下、「本プロジェクト」とする）、中国・河南省三門峡市周辺の劣化土地でトチュウの植林を実施するものである。植林により、CO₂の固定吸収量を増やすとともに、本プロジェクト実施地域の社会、経済、環境面における持続可能な発展を促進することを目的とする。

本プロジェクトの主な目標は以下のように挙げられる。

- 1). 植林工事、植林地維持管理、林産物収穫等により地域住民の雇用を拡大すること。
- 2). 林産物を市場供給することによる地域経済の活性化を図ること。
- 3). 森林面積を増やし、植生状況を改善し、土地のさらなる劣化を防ぎ、土壌流出を抑制すること。また、中国の原生樹種であるトチュウを栽培することで、生物多様性保護を実現すること。
- 4). CDM クレジットを獲得すること。

1-1-2. 概要

本プロジェクトは、河南省靈宝市天地科技生態株式会社がプロジェクト実施者（ホスト国プロジェクト参加者）となり、2011年から2013年までの3年間に中国・河南省三門峡市の約1,700ha（以下、ha）の土地で植林活動¹を行うものである。日立造船株式会社はプロジェクト実施支援、投資、クレジット購入を通してカウンターパートとして参加する。

植林樹種の選択においては、材の経済的価値、植林土地との親和性、炭素吸収量、後述する日立造船株式会社との相互ベネフィット関係等を総合的に考慮し、トチュウを主要栽培樹種として採用することとした。トチュウ（杜仲：*Eucommia ulmoides* Oliver）は、中国原産の落葉高木で、トチュウ目トチュウ科（*Eucommiaceae*）を構成する唯一の種である。トチュウの樹皮は漢方薬の原料として使われ、腰痛、足腰の倦怠感解消、頻尿、肝機能・腎機能の強化、高血圧に効果があるとされている。また若葉はお茶として利用されており、血圧の降下や肝機能の機能向上に効果があるとされている。トチュウは中国原産であり、

¹トチュウ植林が1,530ha、クロマツ植林が170haである。

四川省、貴州省、雲南省、陝西省、湖北省、広西省、江西省、河南省等の中国各地で栽培されている。日本においては、中国からの輸入品が多いが、長野県や秋田県の一部で栽培されている。トチュウは地域の原生樹種であることから、対象地域の気候、土壌、水環境等自然状況に十分適応できる。このことは外来種を持ち込んで植林を行う場合と比較して、苗の活着率を高め、生育状況の改善につながる。

河南省靈宝市天地科技生態株式会社は、1994年10月に設立され、河南省靈宝市を拠点とし、植林及び関連製品の生産・販売（主に有機トチュウ茶（オス株花茶・新芽茶）、トチュウ種子油サプリメント及びトチュウの素の生産・販売）を主な事業内容とする民間企業である。1994年から中国西北農林科技大学及び日立造船株式会社等専門家の指導を受け、地元で3つの植林基地を建設し、40以上のトチュウ樹種を集め、約2,000haの人工林でトチュウの試験栽培を行っている。人工林の様子を写真1.1.1に示す。現在は、人件費等植林コストの高騰に伴い、今後、永続的な営林が困難な財務状況であり、新たな植林計画を立て、新規植林を行うことは困難な状態にある。本プロジェクトを吸収源 CDM に組成し、クレジットの売却益によって、その後の維持管理に必要な資金が提供されることを期待している。

日立造船株式会社は2008年10月から、河南省靈宝市天地科技生態株式会社や中国西北農林科学技術大学、大阪大学及び九州大学と共同して写真1.1.2に示す「日中トチュウ研究所実験基地」を設立し、日中両国の専門家と協力し、トチュウ植栽技術を研究してきた。さらに、大阪大学内に「Hitz バイオマス開発共同研究講座」を設置し産官学で、トチュウ材の特性を生かした副産物の生産技術、利用技術について研究活動を継続して実施している。本プロジェクトの実施にあたっては、プロジェクト支援のみならず、先進的な栽培方法、育苗方法、森林管理手法を導入し、樹木の生長状況を改善する予定である。



写真 1.1.1 既存のトチュウ植林基地



写真 1.1.2 日中トチュウ研究実験基地

1-1-3. プロジェクトバウンダリー

本プロジェクトの実施場所は図 1.1.1、図 1.1.2 に示すように河南省三門峽市に位置している。プロジェクトバウンダリーは図 1.1.3、図 1.1.4、図 1.1.5 に示す、靈宝市朱陽鎮（#1、

Zhuayang Town, Lingbao City)、靈宝市五畝郷 (#2、Wumu Town, Lingbao City)、及び盧氏県杜関鎮 (#3、Duguan Town, Lushi County) の3つのサイトからなっている。対象土地は植林に適した土地ではあるが、立木がなく荒れた状態であり、違法放牧、開墾、薪採集等の行為が行われている。現状が継続する限り、樹木のある土地の占める割合は現状維持か、又は減少し、将来にわたり森林の自然再生又は回復が困難な状態である。



図 1.1.1 植林サイト(中国全土内位置)²



図 1.1.2 植林サイト(河南省内位置)²

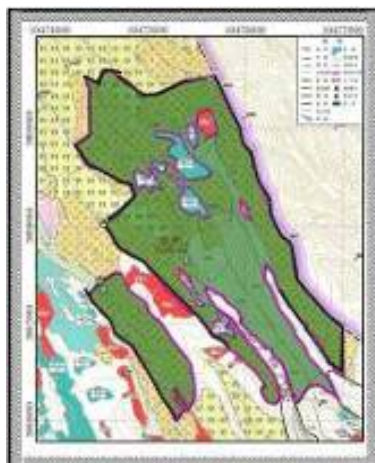


図 1.1.3 植林サイト#1(靈宝市朱陽鎮)ハウンダリー²

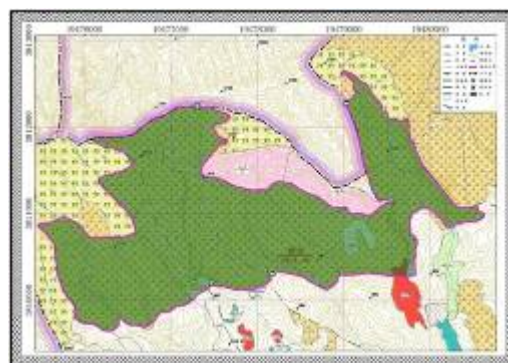


図 1.1.4 植林サイト#2(靈宝市五畝郷)ハウンダリー²

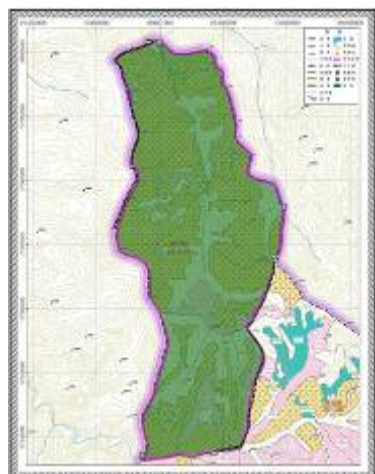


図 1.1.5 植林サイト#3(盧氏県杜関鎮)ハウンダリー²

本プロジェクトは、2011年から2013年までの3年間に、トチュウが1,530ha、クロマツが170ha、合計1,700haの土地で植林活動を行う予定である。植林活動の実施により、2012年から2031年までの20年間に発行される吸収源クレジットは約270,360 t-CO₂と推計される（平均吸収量が約13,518 t-CO₂/年）。各植林サイトごとの地理的位置、植林計画面積は表1.1.1に示す。

表 1.1.1 植林サイトの地理的位置及び面積

No.	所在地 (市又は県)	所在地 (村又は郷)	土地性質	地理的位置	面積 (ha)
1	靈宝市 (Lingbao)	朱陽鎮 (Zhuyang)	劣化土地	34° 23' 21" ~34° 23' 21" N 110° 43' 20" ~110° 45' E	240
2	靈宝市 (Lingbao)	五畝郷 (Wumu)	劣化土地	34° 24' 49" ~34° 26' 24" N 110° 43' 59" ~110° 46' 18" E	493.3
3	盧氏県 (Lushi)	杜関鎮 (Duguan)	劣化土地	34° 16' 11" ~34° 19' 54" N 110° 51' 3" ~110° 52' 47" E	966.7

1-1-4. プロジェクト実施場所の概況

本プロジェクトの実施場所は、河南省、山西省、陝西省の3つの省の境、河南省三門峡市靈宝市と河南省三門峡市盧氏県の標高がおおよそ300メートルから1,500メートルの間に位置している。三門峡市の全体面積は約10,496平方キロメートルであり、河南省の総面積の6%を占める。うち、山間部が54.8%、丘陵が36%、平原が9.2%を占めている。気候区分は、内陸性気候³に属しており、年間平均気温が13.2度、年間平均日照時間が約2,350時間、平均日照率が51%、霜の降りない日数が184から218日間、平均降雨量が550から800ミリである。三門峡市は2007年に森林資源や生態系に関する統計調査を行っている。この調査によると、三門峡市の林業用土地が68.5万haであり、全体の68.8%を占めている。林業用土地のうち、既存の森林面積が約46.1万haであり、林業用土地の67.3%を占めている。また、森林のカバー率は河南省で一番高く、市域の46.7%に達している。

三門峡市域内には多くの植物があり、写真1.1.3に示すように、貴重樹種とされている *Eupetlea Pleiospermum*、ツガ、カツラ (*Cercidiphyllum japonicum*) *Abies Fabri*、ハクモクレン (*Yulan Magnolia*)、ヤチダモ、*Chinese yew*、イチョウ等の貴重樹種が生存している。靈宝市とルン県にはクルミ、ハゼノキ、クロマツ、*Pinus armandi Franch* (松の1種)、ウルシ (*Jacquer tree*)、イトスギ等、植物油の採取に用いられる植物が多く生育している。これらの油脂はペンキやせっけん、潤滑油の基材となり、工業用にも用いられている。豊富な森林資源のほか、比較的良好な生態系環境は野生動物の生息にも有利であり、三門峡市域内には計187種類の動物が生存している。うち両生類が8種類、爬虫類が22種類、鳥類が115種類、哺乳類が42種類ある。この中、オオサンショウウオ、タンチョウツ

² 図1.1.1-1.1.2 出典：GoogleMap、図1.1.3-1.1.5 出典：中国林業局規画設計院。 ³ 内陸性気候：海から遠く離れた内陸部に見られる気候であり、気温の年変化や日変化が大きく、降水量や湿度ともに小さいことが特徴である。

ル、ハクチョウ、キンケイ（錦鶏、西アジア・中央アジアの山に住む鮮やかな色の羽冠を持つ雉）、ハゲワシ、ミンク、ヒョウ、キツネ及びフクロウ等 26 種類の野生動物が貴重動物種として保護対象となっている。

このような豊富な森林資源や生態系資源を保護し、経済発展と生態系保護を両立させるため、三門峡市政府は 2007 年 12 月に「三門峡市林業生態系建設計画（2008～2012）」を公表した。計画では、図 1.1.6 に示すように森林面積を 2007 年の 46.1 万 ha から 2012 年に 64.3 万 ha への増加や森林カバー率を 2007 年の 46.7%から 2012 年には 64.8%に向上させる目標に掲げられている。しかしながら現実には、各商業植林事業者等の事業資金が不足したり、植林対象地域が辺鄙な場所にあるため、中央政府の補助金を得ることが難しくなったりして、計画の達成は極めて困難な状況にある。



写真 1.1.3 プロジェクト実施場所に生育する植物の例

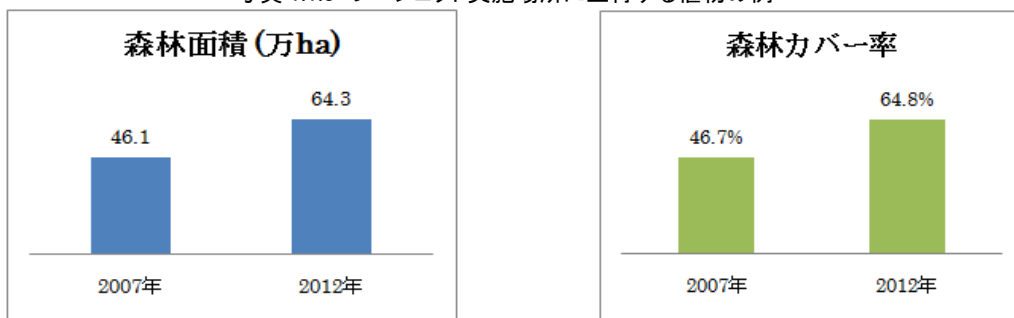


図 1.1.6 三門峡市林業生態系建設計画による 2007 年から 2012 年への森林面積増加・森林カバー率向上目標

1-2. 企画立案の背景

日立造船株式会社では、トチュウを産業用途に資する素材原料として使用するため、トチュウに関する基礎研究開発を継続して実施している。これまでに、精英樹選抜、品種改良、栽培条件の検討、トランスイソプレン生合成遺伝子群の解析と機能評価、組換え体の作出による実用化開発を行っている。最近では、当該地の退耕還林政策により植林された人工トチュウ林から得られる種子から超高分子トランス型ゴム生産開発を実施しており、トチュウゴムの工業原料への用途開発を行っている。このため日立造船株式会社では、将来にわたりトチュウ原料を安定供給可能な植林基地の確保が課題にあった。

本プロジェクト実施者である河南省靈宝市天地科技生態株式会社は当該トチュウに関する開発を日立造船株式会社と共同で実施しており、相互の信頼関係は確立されているものの、上述の資金問題により現状の植林基地の維持管理さえ将来にわたり不安があり、将来にわたっての新規植林基地の増設は不可能と考えられていた。

河南省靈宝市天地科技生態株式会社側と地方政府側では、本プロジェクト実施により、クレジット収入が得られ、植林事業採算性が向上するのであれば本プロジェクトの実施に前向きな意見が聞かれ、一方、日立造船株式会社側では、原料確保のベネフィットのみならず、本プロジェクト実施によるクレジットを購入することで、日本の温暖化対策推進法により義務化されている、経団連自主行動計画の CO₂ 削減目標量の一部として計上が可能となるベネフィットがある。双方の利害関係が一致したため本プロジェクトを企画立案するに至った。

1-3. ホスト国に関する情報

本プロジェクトのホスト国である中国は「改革・開放」政策による、著しい経済発展を遂げており、2010年にGDP規模（米ドル換算）が、日本を超え世界2位となった。他方、加速する経済発展と生活水準の向上に伴い、エネルギー消費量、CO₂排出量とも著しく増大しており、国際エネルギー機関（IEA）によれば、エネルギー消費量⁴、CO₂排出量⁵ともに米国を抜いて世界1位となっている。

2010年10月、中国共産党は今後の経済・社会発展の中期目標等が盛り込まれた発展戦略指針である第12次5カ年計画（2011年～2015年）の草案を発表した。この草案では、経済の安定的成長と並んで、社会の調和と安定を重視することや社会の持続的成長を目指すことが改めて強調され、温暖化対策への取組も盛り込まれている。この計画の下、中国政府は現在、資源節約型社会の建設、環境共生型社会の建設という戦略的目標を打ち出しており、農村地域の持続可能な発展への支持、林業ビジネスの促進、森林資源の保護に注力しつつある。植林・再植林プロジェクトは中国政府が支持する優先プロジェクトであり、ホスト国の開発ニーズに合致していると言える。

⁴ 『世界エネルギー見通し（The World Energy Outlook 2010）』、2010.11

⁵ 『燃料燃焼によるCO₂排出量－総集編（CO₂ Emissions from Fuel Combustion-Highlights）』、2009.10

農業を取り巻く環境は、人口増加が進む中、内モンゴルや黄土高原等の内陸地域で、深刻な水不足が生じ、国土の砂漠化が急速な勢いで進行している。土壌流失や砂漠化の主な原因としては、長い間の土地の過剰開発、不適切な土地利用と管理、過剰放牧等人為的な原因が挙げられる。特に 1950 年代以降に進められた農地開発がこれらの問題を加速化したと考えられる。また、これらの内陸地域の多くは貧困な農村地帯であり、地域住民の収入が少ない。地方政府は農民の収入を短期間で増加させるため、さらに環境を破壊するまで開発政策等を進め、新たな環境問題を引き起こしている。

このような背景のもと、中国政府は 1999 年以来、西部開発の一環として「退耕還林政策」を打ち出し、2002 年以降は 25 の省、自治区、直轄市を対象に全国的に拡大展開してきた。急傾斜地（傾斜度が 25 度以上）の農業耕作や放牧等を中止させ、植林を実施し、農村振興を実現させながら生態系の回復を目指している。また、山間部での違法放牧や薪の採取等を取り締まるため、こうした地域への立入を禁止する「封山育林政策」も打ち出した。先に挙げた「退耕還林政策」や「封山育林政策」等の実施により、過去 10 年で中国の森林のカバー率や植生、土壌流失、水資源の涵養等、環境の改善については成果が上がりつつあるが、農民への補償期間が限定されているにもかかわらず、農民の家計が補償金に依存することや、退耕によって生じる余剰労働力などが大きな問題として存在している。

写真 1.3.1～1.3.2 に「退耕還林政策」によって回復した森林の様子、「封山育林政策」対象基地の管理状況を示す。封山地域には道路と山の境界に「封山」、「育林」の標識等を設置して管理している。



写真 1.3.1 退耕還林政策による植林基地



写真 1.3.2 封山育林政策対象基地

1-4. ホスト国の CDM/JI に関する政策・状況等

1-4-1. 中国政府における CDM に関する政策

中国の CDM 管理機構は、国家気候変化調整委員会（NCCCC）、国家発展改革委員会（NDRC）、及び CDM 審査理事会（National CDM Board）から構成される。3つの管理機構の機能、位置づけ等については、表 1.4.1 の通りである。

中国政府は CDM プロジェクト活動に関する管理を強化するため、2004 年 6 月 30 日に『CDM プロジェクト運行管理暫定弁法』を公表・施行した。その後、中国国内及び国際各

界専門家の意見、助言等を取り入れ、2005年10月12日に『CDMプロジェクト運行管理弁法』を正式に公表し、施行した⁶。当管理規則の下、参加事業者における参加資格やクレジット取引価格の提示、CDMプロジェクトの重点分野及びクレジット売却収益の徴収等に関する規定が明確に定められており、表1.4.2.に示すように中国政府によるCDMプロジェクトの重点分野が示され、クレジット売却収益の徴収比率等が定められている。植林プロジェクトにおけるクレジット売却益の徴収比率は2%と定められている。

表 1.4.1 中国における CDM 管理機構

名称	メンバー構成	機能
国家気候変化調整委員会 (NCCCC)	国家発展改革委員会(NDRC)、外交部(MFA)、科学技術部(MOST)、財政部(MOF)、環境保護総局(SEPA)等 17の政府関係部署	<ul style="list-style-type: none"> CDM 関係問題の政策立案 CDM 審査理事会メンバーの選出、承認、等
国家発展改革委員会 (NDRC)	中国DNA。下部の「国家気候変化調整委員会事務局」が実際の執行機構。	<ul style="list-style-type: none"> CDM 申請書類等の受理 承認レターの発行 CDM プロジェクトの監督管理、等
CDM 審査理事会 (National CDM Board)	国家発展改革委員会(NDRC)、外交部(MFA)、科学技術部(MOST)、財政部(MOF)、環境保護部等 7の政府関係部署	<ul style="list-style-type: none"> CDM プロジェクトの審査実施 運行管理規則の改定等に関する助言、等

表 1.4.2. 中国政府による CDM 管理規定の一部

(1)CDM プロジェクト重点分野	
エネルギー効率改善	
新エネルギーと再生可能エネルギーの開発・利用	
メタンガスと石炭層ガスの回収・利用	
(2)クレジット売却益の徴収比率(参加事業者が中国政府に納付)	
HFC および PFC 系プロジェクト	65%
N ₂ O 系プロジェクト	30%
上述重点分野のプロジェクト及び植林プロジェクト	2%

(出典：CDM プロジェクト運行管理弁法、2005年10月)

1-4-2. 中国政府における CDM に関する審査体制等

中国政府の審査・承認プロセスは、『CDM プロジェクト運行管理弁法』により明確に定められている。中国 DNA は月 1 回または 2 回の頻度でプロジェクトの承認審査会を開き、政府関係者及び専門家による厳格な審査を行っている。2010年11月12日に開催された第 80 回審査会までに承認されたプロジェクト数がすでに 2,785 件に達した。中国 CDM プロジェクトの審査・承認プロセスは図 1.4.1.の通りである。

中国の政府審査においては、主に以下の項目の適格性が審査されている。

- 1). 中国側プロジェクト参加者の資格:資本金における中国側プロジェクト参加者の持

⁶ 『CDM プロジェクト運行管理暫定弁法』は同日に廃止。

- ち株比率が 51%以上であること。
- 2). PDD の内容：ベースライン方法論、プロジェクト排出削減量、クレジット期間、モニタリング計画等。
 - 3). CER 売却価格。
 - 4). プロジェクト資金調達及び ODA の流用がないこと。
 - 5). 持続可能な開発への寄与度。

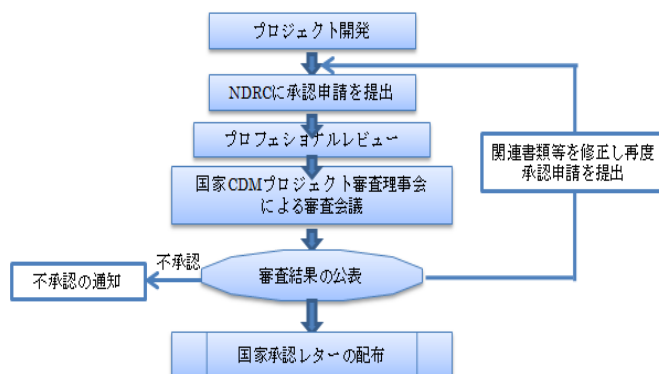


図 1.4.1. 中国 CDM プロジェクト国家審査・承認プロセス

中国 DNA は承認申請書の様式変更に関する通達を 2008 年 3 月 20 日に公表した。2008 年 5 月 1 日以降に承認申請を出すプロジェクトに対し、CER 売却単価における人民元併記が求められている。ほとんどの排出権購入契約（ERPA：Emission Reductions Purchase Agreement）に米ドルまたはユーロ等外貨の貨幣単位が使用されていることと、人民元の対米ドル為替レートの切り上げが要因である。また、中国政府は排出権の売却価格について「指導価格」を設定し、再生可能エネルギーや工場省エネ対策等の排出源 CDM の場合、プライマリーマーケットでの売買であっても 8 ユーロ/t-CO₂ 以下の契約締結を実質的に認めていない。しかしながら、吸収源 CDM の場合、申請されたプロジェクトが少なく、参考となる実例が少ないため、「指導価格」は設定されていないのが現状である。

1-4-1. 中国における CDM の現状

図 1.4.2. に国別登録済 CDM プロジェクト数を示す。中国は、CDM プロジェクトに関する政策や管理規定等が早い段階に制定され、承認体制も整備されているため、CDM プロジェクト開発件数が急速に増加し、国連 CDM 理事会による登録件数も 1,065 件に達し、全体 (2,558 件) の 41.63% を占め、インドをしのぎ第 1 位となっているのが分かる (2010 年 11 月 27 日現在)。

図 1.4.3. に登録済中国 CDM の専門分野別内訳を示す。登録されたプロジェクトのうち、水力発電、風力発電及びバイオマス発電等再生可能エネルギーを利用したプロジェクトの件数は極めて多く、全体の 8 割以上を占めている。また、植林・再植林プロジェクトは僅か 3 件にとどまっておりプロジェクト数としては低い登録件数となっているのが分かる。

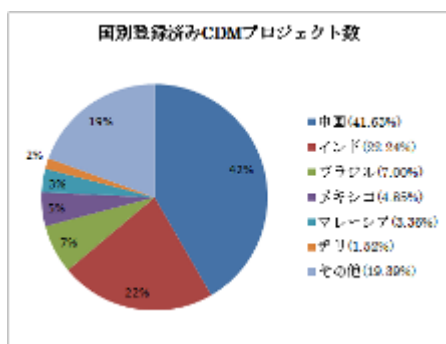


図 1.4.2. 国別登録済 CDM プロジェクト数
(出典:UNFCCC データ:2010.11.27 現在)

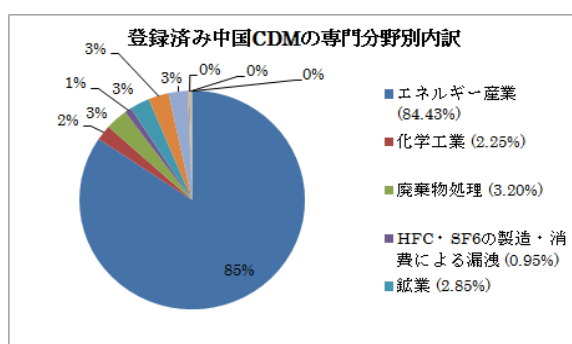


図 1.4.3. 登録済中国 CDM 専門分野別内訳
(出典:UNFCCC データ:2010.11.27 現在)

1-4-2. 中国 CDM の開発に携わる各公的機関・企業の取組

中国の CDM 開発は外国企業・機関が主導的であったが、CDM 関連知識の普及や人材の流動等によって、中国本土の企業や機関等も大きな役割を担うようになってきている。

「地方 CDM センター」は CDM プロジェクトの育成、開発において重要な役割を担っている。「地方 CDM センター」とは、各省に設置されている CDM 事業を推進するサービスセンターであり、中国科学技術部の指導の下、外国政府や国際機関との共同により、これら機関に対するキャパシティビルディングが進められており、プロジェクトの発掘、PDD の作成、国際協力業務のコーディネーション等、幅広い業務を提供している。

「コンサルティング会社」は中国語版、英語版での PDD 作成を実施しており、中国では、「コンサルティング会社」によって作成された PDD の件数が多い。当初、語学力や CDM の制度理解に勝る外国のコンサルティング会社が優位にあった。しかし、2008 年以降、国内に本拠を持つ中国系のコンサルティング会社が増えつつある。中国の DNA は、中国の環境保護政策や持続的な経済発展に関する理解を持つ中国国内のコンサルティング会社により作成された PDD が温暖化対策の推進に適すると考えており、中国国内のコンサルティング会社の利用を勧めている。また、承認された CDM プロジェクトにおいては、モニタリングの不備等により、検証・認証時にトラブルが生じ、CER の発行に影響したケースもかつて実在した。中国国内の「コンサルティング会社」は PDD の作成だけではなく、有効化審査や検証・認証時の対応、プロジェクト参加者に対するトレーニング等を通し、プロジェクトの品質確保及び排出権の形成に寄与していると言える。

中国では、外国の「DOE (指定運営機関)」が活躍しており、図 1.4.4 に示すように、ほとんどの CDM プロジェクトの有効化審査や検証・認証業務が DNV や TUV-SUD、TUV-NORD、SGS 等外国の DOE により実施されている。2010 年 11 月 29 日現在、国連によって指定を受けた中国の DOE は、CEC⁷と CQC⁸の 2 社だけである。

⁷ CEC (China Environmental United Certification Center Co., Ltd.)

CEC は北京を拠点とし、ISO9001、ISO14001、OHSMS18001 等国际規格に関する認証を主要業務とする認証機構である。2005 年 6 月に CDM 事業部を設置し、CDM 理事会に認定申請を行った。2008 年 4 月 15 日に UNFCCC の適格性審査に合格した後、2009 年 3 月に DOE になった。2010 年 11 月 29 日現在、CEC は有効化審査を行い、CDM 登録を果たせたプロジェクトが 5 件ある。

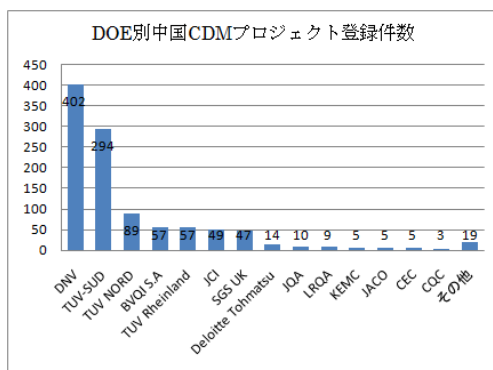


図1.4.4. DOE 別中国 CDM プロジェクト登録件数
(出典: UNFCCC 公表データ: 2010.11.27)

1-5. 吸収源 CDM プロジェクトの現状

吸収源 CDM プロジェクトは、森林を対象としてプロジェクトを形成するため、クレジットの非永続性、吸収量の不確実性（正確な吸収量の予測が困難）、プロジェクト期間の長期性という特徴がある。また、クレジットが失効する前に、プロジェクト参加者が他のクレジットを調達し補填する必要があるため、排出源 CDM と比べ、クレジット価格が低く、プロジェクト開発コストが高く、買い手が少ない。これらの特徴により、吸収源 CDM の国連登録実績が少なく、制度が未熟であると考えられる。

1-5-1. 吸収源 CDM の概況

温室効果ガス削減プロジェクトは、排出源プロジェクトと吸収源プロジェクトの 2 種類に大別される。吸収源 CDM は、森林整備により CO₂ の吸収固定を行う CDM のことであり、後者に属するものである。京都議定書では、1990 年以降に人為的活動（新規植林、再植林、森林減少防止、森林経営）が行われた植林だけが森林吸収量のカウント対象として認められる。国内吸収量をカウントする場合、森林経営や農地管理、放牧地管理等が対象になるが、吸収源 CDM プロジェクトの場合、第一約束期間（2008～2012 年）において、新規植林及び再植林に限定して実施できることになっており、森林経営や農地管理は除外されている。吸収源 CDM における植林は、定義上、新規植林と再植林がある。新規植林（*Afforestation*）は、プロジェクトを実施する土地が少なくとも 50 年間は森林ではない土地であることと定義しており、再植林（*Reforestation*）は、過去森林であったが、土地劣化等により森林が消失した土地（第一約束期間では、1989 年 12 月末に森林でない土地に限定）を森林に転換する行為と定義づけられている。吸収源 CDM では、新規植林は少なく、

⁸ CQC(China Quality Certification Center)

CQC は 22 か国の認証機関と協力して、中国国内外で 45 か所の拠点を設置し、ISO9001、ISO14001、OHSMS18001 等国際規格に関する認証業務を展開している。2006 年 7 月に CDM 理事会に認定申請を行い、2008 年 4 月に UNFCCC より暫定認定書を受領し、2009 年 3 月に DOE になった。2010 年 11 月 29 日現在、CQC は有効化審査を行い、CDM 登録を果たせたプロジェクトが 3 件ある。

多くは再植林プロジェクトになると見られている。多くの途上国では、1989年末時点で、対象地が森林であったか否かを証明するデータや資料（衛星写真資料、土地登録簿等）が乏しいと見られている。そのため、吸収源 CDM のプロジェクト形成が困難とみられる。

また、エネルギー効率改善や省エネプロジェクト等を実施した事実は不変で、大気中の温室効果ガスを減らした効果は、永続すると考えられている。一方、吸収源 CDM の場合、樹木が成長過程で CO₂ を吸収・固定しても、伐採時や山火事に遇った場合に伴い、吸収・固定していた CO₂ が排出され、再び大気中に戻ってしまう。このように植林により CO₂ を吸収・固定する温暖化防止効果には永続性がないとされており、そこに生じる排出権もまた非永続的 (*non-permanence*) であると考えられている。炭素吸収の非永続性は、吸収源 CDM が排出源 CDM と大きく異なる点であり、吸収源 CDM に独特の問題といえる。

排出源 CDM と同じく、吸収源 CDM も、炭素吸収量により、小規模プロジェクトと通常規模プロジェクトの 2 種類に分けられている。小規模の上限 CO₂ 吸収量は、COP9 で年間 8,000 トン（ユーカリの場合約 300 ha、原生種の場合約 1,000 ha に相当）とされていたが、2007 年に開催された COP/MOP3 で年間 16,000 トンに引き上げられた。超過分については、CER の発行は認められない制度となっている。

小規模プロジェクトの場合、排出源 CDM と同様、通常規模 CDM と比較して、簡素化された手続き、ルールが設定され、PDD 上の記載項目及び内容も簡略化されているが、対象地の低所得層のコミュニティがプロジェクトに関与することは必要条件となっている。

1-5-2. 吸収源 CDM の登録状況

2006 年 11 月に中国の吸収源 CDM プロジェクトが登録されて以降、2 年間以上も新しい登録プロジェクトが無かった。登録プロジェクトの数が少ない原因としては、前述の吸収源 CDM 特有の問題点以外に、吸収量を算定する方法論及びバウンダリー設定の複雑さが指摘されている。2008 年年末以降、CDM 理事会は吸収源 CDM プロジェクトの実施促進へ向け、方法論及びバウンダリーの設定等を大幅に簡素化した。この結果、2009 年に入り、登録案件が 10 件増となり、ようやく吸収源 CDM を推進する体制が整ったところである。

2010 年 12 月 31 日現在、吸収源 CDM として国連登録を果たしたプロジェクトは表 1.5.1. に示すように 18 件あり、全体（登録件数：2,703 件）のわずか 0.67% にすぎない。また、登録された 18 のプロジェクト以外に、UNFCCC の専門家チームや CDM 理事会による審査を受審中のプロジェクトが 2 件あり、さらに 74 件のプロジェクトが DOE による有効化審査を受審している。

日本国政府が関与している案件としては、登録番号 2363、登録番号 2694 などがある。

前者は、JICA の技術協力支援事業として、ベトナム林業大学・科学技術研究所と共同実施した「CaO Phong 地方再植林プロジェクト」である。本プロジェクトでは畑利用のために伐採され、土壌荒廃の進んだ 2 つの地区計 5 か所、約 310ha の土地にアカシアをはじめとする原生種を植林する事業である。事業は地方政府とベトナム林業大学が主体となって

設立された社会基金によって運営される。

後者は、国際農林水産業研究センター（JIRCAS）とパラグアイ政府国家森林院、国立アスンシオン大学等と共同で実施する「パラグアイ国パラグアリ県低所得コミュニティ耕地・草地再植林事業」である。本プロジェクトは、総合的な農村開発事業の一環として、パラグアリ県サンロケゴンザレス・デ・サンタクルス市及びアカアイ市において、167戸の参加農家が提供する土壌劣化の進んだ耕地及び草地 215ha にユーカリ（2種）及びグレブレアを植林し、用材の販売や薪材確保、ユーカリを対象とする養蜂等による所得の向上、土壌侵食防止、アグロフォレストリーの定着を図るものである。

表 1.5.1. 登録された森林吸収源 CDM プロジェクト一覧(出典:UNFCCC 公表データ:2010.12.31 現在)

登録番号	登録日	方法論番号	ホスト国	CER 買い手国	予想吸収量 t-CO ₂ /年
547	2006年11月	AR-AM 0001	中国	イタリア・スペイン	25,795
1948	2009年1月	AR-AM 0002	モルドバ	スウェーデン・オランダ	179,242
2345	2009年3月	AR-AMS 0001	インド		11,596
2363	2009年4月	AR-AMS 0001	ベトナム		2,665
2241	2009年6月	AR-AM 0001	インド		57,792
2510	2009年6月	AR-AMS 0001	ボリビア	ベルギー	4,341
1578	2009年8月	AR-AMS 0001	ウガンダ	イタリア	5,564
2694	2009年9月	AR-AMS 0001	パラグアイ	日本	1,523
2700	2009年11月	AR-AM 0003	中国		23,030
2715	2009年11月	AR-AM 0003	ペルー		48,689
2712	2009年12月	AR-AM 0003	エチオピア	カナダ・スペイン	29,343
2714	2010年1月	AR-AM 0003	アルバニア	イタリア	22,964
3000	2010年1月	AR-AMS 0001	インド	英国	3,594
2996	2010年4月	AR-AM 0004	コロンビア		37,783
3338	2010年5月	AR-AMS 0001	チリ	英国	9,292
2569	2010年7月	AR-AM 0005	ブラジル	オランダ	75,783
3561	2010年9月	AR-ACM 0001	中国	スペイン	87,308
3845	2010年12月	AR-ACM 0001	ウルグアイ		21,957

1-5-3. 中国における吸収源 CDM の状況

京都議定書における森林の定義はホスト国が個別に設定できることとなっている。表 1.5.2 に中国、ベトナム、ブラジルにおける森林の定義を示す。

中国には、登録済みの吸収源 CDM プロジェクトが 3 件あり、成功事例として参考できる。また、地方当局、林業局、林業科学技術院を中心としたサポート体制が徐々に整備さ

れており、植林事業に対する推進体制が整いつつある。

表 1.5.2 森林の定義

国	森林の定義
ベトナム	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 最低樹冠率:30% 以上 ➤ 最小土地面積:0.05 ha 以上 ➤ 成熟時の最低樹高:3 m 以上
ブラジル	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 最低樹冠率:30% 以上 ➤ 最小土地面積:1 ha 以上 ➤ 成熟時の最低樹高:5 m 以上
中国	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 最低樹冠率:20% 以上 ➤ 最小土地面積:1/15 ha 以上 ➤ 成熟時の最低樹高:2 m 以上

第 2 章 調査内容

2-1. 調査実施体制

- 1). 日立造船株式会社・・・調査主体
- 2). 河南省靈宝市天地科技生態株式会社・・・植林事業実施主体。必要資料・情報の提供。
- 3). 中国国家林業局調査企画設計院・・・CDM 植林事業実施に必要となる FSR⁹作成協力。
- 4). 地方政府・当局担当者・・・調査支援、必要資料・情報提供。各種許認可協力。
- 5). 大阪大学、九州大学、西北農林科技大学・・・トチュウ生態調査協力。
- 6). 株式会社スマートエナジー・・・調査支援、CDM 形成支援、PDD 作成支援。
- 7). 外部専門家 (吸収源 CDM の国連登録実績を有する山ノ下麻木乃氏)・・・アドバイス。

2-2. 調査課題

本プロジェクトの CDM 実現可能性調査を開始する前に、日立造船株式会社では河南省靈宝市天地科技生態株式会社のほか、CDM 組成の専門機関を交え本プロジェクトに関する基礎調査を実施した。これら基礎調査により以下の本調査課題を抽出した。

1). 既存植物のバイオマス量調査

対象植林地には灌木や雑草等植物があるため、既存植物のバイオマス量を調査し、その結果を踏まえ、ベースライン吸収量を推算する必要がある。地上部バイオマスプールと地下部バイオマスプールは、本プロジェクトにおける主要な炭素プールである。地上部バイオマス量としては、樹木（高木・灌木）及び非樹木の木質生物（草本）のバイオマス量、地下部バイオマス量としては、樹木及び非樹木の木質生物の根等のバイオマス量を推算する必要がある。枯死木、落葉・落枝及び土壌有機炭素による 3 つの炭素プールは、方法論の要求事項に従い、本プロジェクトの場合、保守的観点から無視できるとした。これら「既

⁹ FSR (Feasibility Study Report) : 地方政府により本プロジェクトの承認申請に必要な書類。

存植物のバイオマス量調査」を課題とした。

2). トチュウの炭素吸収量調査

炭素吸収量の計算に使用する根と幹の比率、基礎木材密度、バイオマス拡大係数（BEF：Biomass Expansion Factor）等のパラメーターにおいては、地域の公表値又は国の指定値を用いることが求められている。本プロジェクトはトチュウを植林するが、トチュウの炭素吸収量に関する地域の公表値がなく、国の指定値もない。そこで、日立造船株式会社と大阪大学、九州大学が 2008 年に共同で実測、研究等を行った本プロジェクト対象地域の 13 年生トチュウの炭素吸収量の結果を用いるとともに、本調査において 2010 年の現地調査を実施することで 16 年生トチュウの炭素吸収量の実測調査を実施し得られた結果を用い、トチュウ類似種のデフォルト値（*IPCC GPG for LULUCF*の公表値）とその実測値を比較し、プロジェクト実施後の炭素吸収量について検討し推算する。これら「トチュウの炭素吸収量調査」を課題とした。

3). 追加性に関する調査

本プロジェクトはインベストメントバリア及びプロジェクトの内部収益率を用いて追加性の立証を行う予定である。本プロジェクトの実施地域は農業が主要産業であり、農民の年間平均収入が比較的低い。また、都市部と比べ、銀行融資の機会も少なく、投資回収年数の長い植林プロジェクトに融資を提供できる金融機関がほとんどないため、プロジェクトの資金調達が困難と思われる。内部収益率については、中国の林業プロジェクトのベンチマークが 8%である¹⁰ことから、この値との比較を本実現可能性調査を通じて実施し、追加性立証に必要な各種データ（投資額、収益、各種費用等）について調査、経済性分析を行う。これら「追加性に関する調査」を課題とした。

4). 地域社会や地元住民の持続可能な発展への貢献に関する検討調査

小規模吸収源 CDM の場合、対象地の低所得層コミュニティがプロジェクトに関与することが必要条件となっている。低所得層コミュニティの関与方法を含め、本プロジェクトによる地域社会、地元住民の持続可能な発展への貢献について現地事業者と検討する。これら「地域社会や地元住民の持続可能な発展への貢献に関する検討調査」を課題とした。

2-3. 調査方法

調査は「基礎調査」と「本調査」を実施した。「基礎調査」では、現地視察を実施することにより PDD 作成に必要なデータ等を収集した。「本調査」では、基礎調査結果に基づき収集したデータ等をもとに、PDD 作成、環境影響評価を実施した。

2-4. 基礎調査

2-4-1. 事前調査

本プロジェクトの CDM 実現可能性調査を開始する前に、日立造船株式会社は河南省靈宝

¹⁰ 「建設プロジェクトにおける経済性評価に関する方法及びパラメーター」(Version03)

市天地科技生態株式会社、西北農林科技大、大阪大学、九州大学のほか、CDM 組成の専門機関を交え本プロジェクトに関する基礎調査を実施し、プロジェクト実施体制の整備を図っている。

第1回目の基礎調査は2009年12月14～16日に実施され、河南省靈宝市天地科技生態株式会社、西北農林科技大と既存トチュウ植林地の調査と植林 CDM 組成のメカニズムについて相互理解を深め、実現可能性調査を開始する旨相互理解を行った。第2回目は2010年3月15～17日に実施され、国連植林 CDM 第1号登録プロジェクト開発に携わった専門家、国連 CDM 理事会政府関係者らと、当該地における CDM 実現可能性の条件等の検討を行った。第3回目は2010年4月21～22日に実施され、新規植林 CDM に適合可能性のある劣化土地候補の現況調査を実施し、実現可能性調査候補地を3箇所選定した。第4回目は2010年7月8～11日に実施され、本プロジェクト対象予定地の視察、大阪大学と共同で現地植生調査を実施した。また、その間にも日立造船株式会社と河南省靈宝市天地科技生態株式会社では、トチュウ材に関する研究開発を通して頻繁に、相互理解と情報交換を深め基礎調査を実施した。基礎調査により「プロジェクト基礎状況の把握」、「現地カウンターパートとの調整」、「ホスト国政府関係者との調整」を事前に検討した。

「プロジェクト基礎状況の把握」では、プロジェクトの実施場所は河南省三門峡市に位置しており、3つのサイトから構成されており、土地の面積が約1,700haであることを確認した。また現地視察や、地方政府関係者及び地域住民へのヒアリングを実施した結果、対象土地が1989年時点では森林ではないことが確認でき、土地の適格性やベースラインシナリオの設定に係る問題がないと思われる。吸収源 CDM の組成にあたっては、方法論の選定、ベースラインシナリオの設定、プロジェクト排出量の予測、及びプロジェクト収益性分析等に関する詳細な調査を実施する必要がある。

「現地カウンターパートとの調整」では、日立造船株式会社では上記基礎調査期間で4回、それ以外にも頻繁に現地カウンターパートを訪問し、吸収源 CDM 組成に関する情報交換や意識共有を図っている。また河南省靈宝市天地科技生態株式会社の事業内容についても情報交換を行っている。該者は植林及び関連製品の生産・販売（主に有機トチュウ茶（オス株花茶・新芽茶）、トチュウ種子油サプリメント及びトチュウの素の生産・販売）を主な事業内容とする民営企業である。同社は、1994年からトチュウ植林に試み、地元で3つの植林基地を建設している。本プロジェクトを吸収源 CDM に組成し、クレジットの売却益によって、その後の維持管理に必要となる資金が提供されることを期待しており、本プロジェクトに協力する意思を示している。

「ホスト国政府関係者との調整」では、日立造船株式会社は、2010年3月18日にホスト国政府機関担当者と面談し、吸収源 CDM における国連の動向やプロジェクト組成に関する注意点・課題等について、意見・情報交換を行った。また、ホスト国承認レター(LoA)取得手続きについても中国 DNA の担当者と情報交換を行い、必要となる書類等を確認し、中国における吸収源 CDM 事業に関する見解を得ている。植林・再植林プロジェクトは中国政

府が支持する優先プロジェクトであるため、中国政府担当機関は本件に対して、大いに期待しており、協力する姿勢を示している。写真 2.4.1～2.4.6 に基礎調査の状況を示す。



写真 2.4.1 植林候補地選定基礎調査①



写真 2.4.2 植林候補地選定基礎調査②



写真 2.4.3 植林候補地周辺ヒアリング調査



写真 2.4.4 植林候補地植生調査



写真 2.4.5 現地カウンターパートとの会談



写真 2.4.6 地方政府責任者との会談

2-4-2. 現地調査

日立造船株式会社、株式会社スマートエナジー、九州大学、中国国家林業局調査企画設計院、河南省靈宝市天地科技生態株式会社および地方政府関係者、地域住民代表らは、2010年10月10～15日まで共同で現地調査を実施した。それぞれの役割は以下の通りである。日立造船株式会社は現地調査全体統括を実施する。株式会社スマートエナジーはPDD作成で必要となるFSR、ベースライン調査等のデータ収集について適切な助言を実施する。九州大学は16年生トチュウの伐採を行いトチュウのCO₂吸収量調査のデータベース化のための植生調査を実施する。

北京林業設計院は FSR 作成に必要となるデータ収集を実施する。河南省靈宝市天地科技生態株式会社及び地方政府関係者、地域住民代表は本調査協力を行う。日程、訪問先、協議社および調査内容は表 2.4.1 の通りである。

表 2.4.1 現地調査の日程及び調査内容

日程	訪問先	協議者	主な調査内容
10/10 (日)	河南省靈宝市天地科技生態株式会社	河南省靈宝市天地科技生態株式会社社長及び関係者	・調査協力依頼、スケジュール調整、現地植林対象サイトの確認と事前準備。
10/11 (月)	既存トチュウ植林地、植林候補地#3(盧氏県)	河南省靈宝市天地科技生態株式会社社長及び関係者、植林候補地#3 所在地の地方政府担当者	・トチュウ 16 年成長木の植生調査。 ・CO ₂ 固定量計測用伐採候補木等調査。 ・植林候補地#3(盧氏県)のサイト視察。予定地現況、植生、座標計測、バウンダリー設定、CDM 土地としての適性について調査・ヒアリングを実施。
10/12 (火)	植林候補地#1と#2(靈宝市)	河南省靈宝市天地科技生態株式会社関係者、靈宝市林業局調査チームリーダー	・植林候補地#1と#2(靈宝市)のサイト視察。予定地現況、植生、座標計測、バウンダリー設定、CDM 土地としての適性について調査・ヒアリングを実施。
10/13 (水)	植林候補地#1と#2(靈宝市)	河南省靈宝市天地科技生態株式会社関係者	・植林候補地#1と#2(靈宝市)の計 6 か所で植物を採集し、地上部、地下部のバイオマス量調査を実施。これらの実測データを用いてベースライン炭素吸収量(又は蓄積量)の検討を行う。
10/14 (木)	既存トチュウ植林地、植林候補地#3(盧氏県)	河南省靈宝市天地科技生態株式会社関係者	・植林候補地#3(盧氏県)の計 9 か所で植物を採集し、地上部、地下部のバイオマス量調査を実施。これらの実測データを用いてベースライン炭素吸収量(又は蓄積量)の検討を行う。 ・九州大学と共同で 16 年成長トチュウを 3 本(大・中・小)伐採、地上部、地下部、枝等バイオマス吸収量(又は蓄積量)実測試料採取。
10/15 (金)	河南省靈宝市天地科技生態株式会社	河南省靈宝市天地科技生態株式会社関係者、盧氏県及び靈宝市村民代表者	・植林候補地の村民代表を招集し、ステークホルダー・ミーティングを開催。カウンターパートである河南省靈宝市天地科技生態株式会社、日立造船株式会社株式会社、株式会社スマートエナジー関係者から本プロジェクトの概要、CDM 等について地域住民に説明し、地域住民から本プロジェクトに対する意見、コメント等を聴取した。

「植林候補予定地の視察」調査では、PDD 作成の前提となる FSR(Feasibility Study Report: 事業実施可能性調査報告書)を作成するため、中国国家林業局調査企画設計院の担当者と共同し、3ヶ所の植林候補地を視察。現存植物サンプリングによる植生調査、植林予定地の座標計測、バウンダリーの設定、土地の適格性について調査し、地元住民へのヒアリングを行い、調査データを採取した。土地の適格性については、CDM のルールにしたがい 1989 年以前に候補土地が森林であったか否かについて、当時の土地利用計画や土地用途調査報告書を用いて証明することが最も望ましい。しかし、計画地では土地用途調査が実施されていないことに加え、公的参考資料・文献が無い候補地サイト (#3) があるため、地方政府の責任者や地域住民へのヒアリング、林業管理当局の提示する証明書類等を参考に、土地の適格性を検証した。本プロジェクトに対しては、地方政府や関係当局(林業局

等)が高い関心を示しており、地方政府や林業管理当局の担当者も調査に同行し、土地使用状況や森林破壊の歴史等について詳細に説明し、必要な図面等を入手した。

「ベースラインバイオマス量に関する調査」では、植林候補地における現存の植物(ナツメ、ノギク等)を採集し、地上部、地下部のバイオマス量実測調査を実施し、ベースライン炭素吸収量の基礎データを得た。写真 2.4.7~2.4.10 にベースラインバイオマス量調査状況を示す。



写真 2.4.7 サイト#3 劣化土地の現況



写真 2.4.8 現存植物の採取



写真 2.4.9 地上部、地下部バイオマス量の調査・実測



写真 2.4.10 地上部、地下部採取サンプル

「トチュウ樹種の固定吸収量に関するデータの収集」では、事業実施後炭素吸収量の推計において、対象樹種の基礎木材密度、BEF (バイオマス拡大係数=地上部バイオマス量/樹幹部バイオマス量: *Biomass expansion factor(over bark) from stem to total above-ground biomass(-)*)、R (地上部地下部バイオマス比率=地下部バイオマス量/地上部バイオマス量: *Root to shoot ratio(t d.m./t d.m.)*) 及びバイオマス炭素蓄積量のデータ等が必要となる。本プロジェクトで植栽を予定するトチュウは地元の原生種であるが、中国ではトチュウの炭素吸収効果に関する研究が遅れており、トチュウの炭素吸収量についての学術的研究がほとんどされていないため、国の公表されたデフォルト値がない。日立造船株式会社、大阪大学、九州大学及び中国の西北農林科技大学等は長年共同でトチュウ研究を行っており、トチュウの炭素吸収量の実測研究を実施している。今回の現地調査では、九州大学が霊宝市内に生息する 16 年生トチュウ樹種を目視により、大、中、小と選定し、3 本のトチュウ樹種を伐採し、地上部バイオマス量 (木、枝)、地下部バイオマス量 (根)

の実測可能なサンプルを回収した。サンプル分析結果により、地上部バイオマス、地下部バイオマス量の同定が可能となり、トチュウ樹種の固定吸収量のデータベースとする予定である。PDD 作成の段階では、本調査結果の値を保守的に見積もって炭素吸収量を計算する方針である。

本事前調査では、「退耕還林政策」によって実施された既存の植林地帯より、目視により直径の異なる大中小 3 本のトチュウを選択し伐採した。伐採にあたり、地面より上部 1.3m の高さにおけるトチュウの直径 D(cm)を事前に計測し、伐採後に地面より上部の高さ H(m)を計測した。計測時の様子を写真 2.4.11~2.4.12 にそれぞれ示す。伐採したトチュウは、幹、枝に選別し、それぞれの重量 Stem(kg)と Branch(kg)を計測し、地上部におけるバイオマス量 Weight(kg) (=Stem(kg)+Branch(kg)) を計測した。計測時の様子を写真 2.4.13 に示す。また、伐採したトチュウの地下部バイオマスについては、地元農士の協力を得てサンプリングを実施し、地下部におけるバイオマス重量 Root(kg)を測定した。地下部バイオマスのサンプリング時の様子を写真 2.4.14 に示す。

表 2.4.2 にこれらの計測結果と BEF、R を計算により求めた結果を示す。また、表には 2008 年に実施した同調査結果、また西北農林科技大学による中国陝西省安康市における別地域での同調査結果を合わせて示す。表中、Sample1~7 は 2008 年時の実測結果、Sample8~10 は今回の実測結果、Sample11~13 は西北農林科技大学による実測結果を示す。

表 2.4.2 採取したサンプルの実測結果

Sample No.	D cm	H m	Stem kg	Branch kg	Root kg	Weight kg	log(D ² H) cm ² m	log(Weight) kg	BEF	R
1	12.1	8.3	29.63	32.38	21.88	83.89	3.085	1.924	2.093	0.353
2	8.9	7.0	16.53	6.05	14.36	36.94	2.737	1.568	1.366	0.636
3	5.8	7.3	7.81	1.76	3.58	13.15	2.390	1.119	1.225	0.374
4	13.1	9.0	33.64	19.62	26.95	80.21	3.186	1.904	1.583	0.506
5	7.6	6.1	12.86	6.98	8.37	28.21	2.542	1.450	1.542	0.422
6	10.7	8.3	23.81	10.88	13.78	48.47	2.978	1.685	1.457	0.397
7	9.1	8.4	19.55	7.42	9.15	36.13	2.841	1.558	1.380	0.339
8	13.3	15.7	85.80	14.90	29.80	130.50	3.444	2.116	1.174	0.296
9	10.8	14.9	36.98	10.31	10.73	58.01	3.240	1.764	1.279	0.227
10	12.0	15.7	74.91	22.06	19.81	116.79	3.351	2.067	1.295	0.204
11	7.3	12.6	25.67	20.34	19.26	65.27	2.827	1.815	1.792	0.419
12	6.5	8.8	15.93	3.18	6.40	25.50	2.570	1.407	1.200	0.335
13	4.8	4.4	2.69	3.21	0.81	6.71	2.006	0.827	2.195	0.137
average									1.506	0.357

(*)BEF=(Stem+Branch)/stem (**) R=Root/(Stem+Branch)

上表より、トチュウの BEF、R の平均値はそれぞれ 1.506、0.357 であることがわかる。

また、図 2.4.1 に log(D²H(cm²m))と log(Weight(kg))の関係を示す。両者には良好な直線関係があることがわかる。式 (2.4.1) に直線関係結果を示す。この式より、トチュウの地上部 1.3m の直径 D(cm)と高さ H(m)を測定することで、トチュウのバイオマス重量 Weight(kg)が推定できることが分かる。

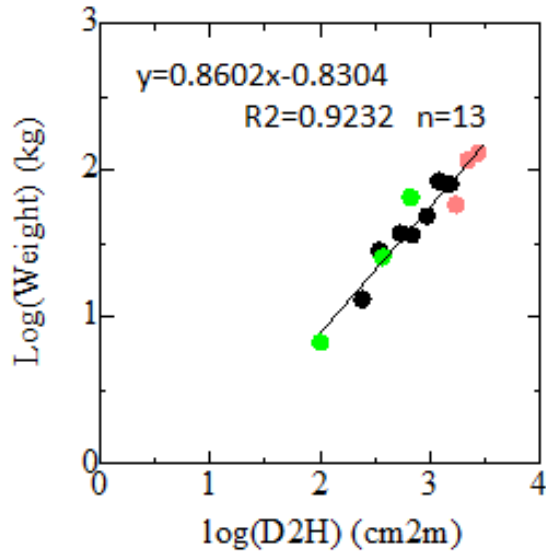


図 2.4.1 D²H とトチュウバイオマス量(Weight)のアロメトリー関係

$$\text{Log(Weight[kg])} = 0.862 \times \text{log(D}^2\text{H[cm}^2\text{m}) - 0.8304 \quad (R^2=0.9232) \quad (2.4.1)$$

式(2.4.1)よりトチュウ炭素固定量を試算した。2008年の調査では、25m×25m角の範囲のモニタリング箇所を4箇所、今回の調査では1箇所設定し、モニタリングエリア内でのトチュウの植生本数、全てのトチュウのD(cm)、H(m)を測定した。それにより植林密度(tree/ha)と式(2.4.1)によるバイオマス量Weight(kg)を推算した。また、採取した幹、葉、樹皮、実を乾燥し、元素化学分析を実施することでそれぞれ、45.67, 44.75, 49.74, 46.52(dry wt%)の炭素含有率をもっており、トチュウの平均炭素含有率は46.67(dry wt%)であることが実測によりわかった。これによりバイオマス量Weight(kg)からトチュウの炭素蓄積量(tC/ha/y)が算出可能となる。表2.4.3に計算結果を示す。これによりトチュウの平均炭素蓄積量は2.59(t-C/ha/yr)、地上部バイオマス量あたり約2.0(t-C/ha/yr)であることがわかる。PDD計算ではトチュウ植林活動による炭素吸収量は本値で計算を実施する。

表 2.4.3 トチュウの炭素固定量推算結果

Plot	Tree density	Stand age	Diameter	Height	Biomass	Carbon storage	Carbon fixation	
	tree/ha	year	cm	m	ton/ha	ton C/ha	ton C/ha/yr	
1	宝	1200	13	10.3	7.7	58.1	27.1	2.09
2	"	1200	13	9.2	7.1	49.7	23.2	1.78
3	"	1000	13	11.0	8.6	79.4	37.1	2.85
4	"	1000	13	11.8	8.1	68.9	32.2	2.47
5	"	1380	17	13.6	16.5	206.2	96.3	5.66
6	安康	2000	27	6.7	7.4	49.0	22.9	0.85

Biomass: 葉を含まない現存量 (幹、枝、根)
 Carbon biomass: 炭素貯留量 (現存量×0.4667)
 Carbon fixation: 炭素固定速度 (炭素貯留量÷林齢)



写真 2.4.11 胴径、樹高、植栽密度測定



写真 2.4.12 16年生木バイオマス量調査



写真 2.4.13 地上部バイオマス多量調査



写真 2.4.14 地下部バイオマスサンプル採取状況

現地調査期間中 2010 年 10 月 15 日、河南省靈宝市天地科技生態株式会社の会議室にて、日立造船株式会社が主体となりステークホルダー・ミーティングを開催した。参加者は、日立造船株式会社関係者、現地カウンターパートである河南省靈宝市天地科技生態株式会社関係者、及び株式会社スマートエナジー、植林対象地域である靈宝市、盧氏県の住民代表者、政府関係者らが出席した。ミーティングの議事進行は、河南省靈宝市天地科技生態株式会社関係者と株式会社スマートエナジーが実施した。日立造船株式会社からは、地球温暖化現象の現状、CDM の仕組み、本プロジェクトの概要とプロジェクト実施による社会、経済、環境に及ぼす影響等を地域住民に説明し、地域住民に本プロジェクトに対する意見やコメント等を求めた。地域政府代表者からは本プロジェクトに関する意見を求めた。また、住民代表からの意見、コメントはステークホルダーミーティング後にアンケート調査を実施することで評価した。アンケート項目は下記とおりである。

- 氏名、年齢、性別、学歴
- CDM を支持するか？否か？
- CDM により地域社会の経済発展に与える影響に関する意見。
- CDM により地域住民に与える影響に関する意見。
- CDM により雇用に与える影響に関する意見。
- CDM による周辺環境に与える懸念事項に関する意見。

ステークホルダーミーティング時の状況を写真 2.4.15～2.4.18 に示す。



写真 2.4.15 ミーティング会場



写真 2.4.16 プロジェクト概要説明



写真 2.4.17 灵宝市代表コメント



写真 2.4.18 地域住民代表アンケート

2-4-3. ベースラインバイオマス吸収量に関する調査

ベースライン吸収量推算値においては、本プロジェクトの CDM 実現可能性調査を開始する前に、すでに登録された吸収源 CDM プロジェクトの PDD に記載されているベースライン数値を数件ピックアップし平均値等の統計データにより推算を実施していた。本調査により、林業調査の有資格専門家者（中国国家林業局調査企画設計院）と共同して、実際の植林対象地での既存植生をサンプリングし、地上部、地下部のバイオマス量調査を実施し、既存バイオマス量を実測した。この実測により、ベースラインバイオマス量を計算する基礎データを把握できた。この基礎データは FSR 及び PDD 作成の基本資料となる。

2-4-4. 採用する方法論に関する検討・決定

本プロジェクトの採用する方法論においては、当初、本プロジェクトの実施により固定吸収する CO₂ 量が約 24,000t/y となり、16,000t/y より上回ったため、通常規模方法論の「AR-ACM0001 劣化土地での新規植林・再植林の統合方法論 (Version 05)」を採用する予定であった。しかし、現地カウンターパートとの調整やベースラインバイオマス量の実測を踏まえ、小規模方法論「AR-AMS 0001 草地又は耕作地における小規模 A/R CDM プロジェクト活動のための簡易方法論 (Version 06)」を採用することを決めた。

当初予定された植林規模は約 1,960ha であったが、初期投資の規模や今後の植林管理、モニタリングにかかるコスト等を総合的に勘案し、河南省靈宝市天地科技生態株式会社と調整した結果、植林規模を 1,700ha に変更した。また、前述のように、現地調査の際に、実際の植林対象地での既存植生をサンプリングし、地上部、地下部のバイオマス量調査を実施し、既存バイオマス量を実測した結果、ベースライン CO₂ 吸収量が当初の推定値より高く、年平均 CO₂ 吸収量の増加量が 16,000t/y より下回る結果になったため植林規模を変更した。

表 2.4.2、表 2.4.3 にそれぞれ、「AR-ACM0001 劣化土地での新規植林・再植林の統合方法論(Version 05)」、「AR-AMS 0001 草地又は耕作地における小規模 A/R CDM プロジェクト活動のための簡易方法論(Version 06)」の適用条件概要を示す。本プロジェクトは両方の適用条件を満たしているため、方法論変更による CDM 組成への影響はないと考えられる。

表 2.4.2 方法論適用条件との比較(ARCM0001)

適用条件	劣化土地での新規植林・再植林の統合方法論	本プロジェクト活動
条件 1	吸収源 CDM プロジェクト活動が劣化したままの土地、又はプロジェクトが実施しない場合、対象土地が退行し続けていると予想される劣化土地で行われている。すなわち、人為的な介入がない場合、対象土地が自然に劣化状態から回復することを期待できない。	本プロジェクトの対象土地は著しく劣化しており、また継続して劣化しつつある、または低炭素蓄積状態にある。ほとんどの対象土地は現在、草本や灌木に覆われており、一部の土地が岩による浸食や厳しい土壌侵食を受けている。
条件 2	対象土地では、自然樹木の植生拡大が生じ、森林(ホスト国が定めた CDM における森林定義の要求事項を満たす)になることを期待できない。	従来の種子供給源がなく、土地条件が不十分である。人為的な介入がない場合、自然樹木の植生拡大が中国政府の定めた CDM における森林の国家定義の閾値に達することが期待できない。21 世紀初期、地方政府は森林植生の回復に努力したが、資金不足等の原因により結局失敗した。たとえ種子供給源があるとしても自然再生できる状態ではない。
条件 3	プロジェクト活動に冠水灌漑が禁じられる。	本プロジェクト活動は冠水灌漑を採用しない。
条件 4	プロジェクト活動の(少なくとも)一部が有機質土壌の土地で実施される場合、これらの有機質土地での土壌排水が禁じられる。また、植林のための整地はこれらの有機質土壌の領域の 10%を超えてはいけない。	本プロジェクト活動は有機質土壌の土地で行う予定がない。
条件 5	プロジェクトの実施による利用可能な薪の減少を回避すべきである。	植林対象地は環境保全のため地域政府により閉鎖されたため、現在、対象土地で薪を採集する住民がほとんどいない。

表 2.4.3 方法論適用条件との比較(AR-AMS0001)

適用条件	草地又は耕作地における小規模 A/R CDM プロジェクト活動のための簡易方法論	本プロジェクト活動
条件 1	プロジェクト活動は草地又は耕作地で実施されている。	本プロジェクトの 3 つの対象地はすべて草地である。
条件 2	プロジェクト活動の実施より代替されるプロジェクトバウンダリー中の耕作地の面積が全体面積の 50%未満である。	本プロジェクトの 3 つの対象地はすべて草地であり、耕作地がない。
条件 3	プロジェクト活動の実施により代替される草食動物の数がプロジェクトエリアにおける草食動	植林対象地は環境保全のため地域政府により閉鎖され、放牧が禁止されており、現在、対象

表 2.4.3 方法論適用条件との比較 (AR-AMS001)

適用条件	草地又は耕作地における小規模 A/R CDM プロジェクト活動のための簡易方法論	本プロジェクト活動
条件 4	物許容量の平均値の 50%未満である。 プロジェクト活動の実施によりかく乱される面積が表面面積の合計の 10%以下である。	土地で放牧する住民がほとんどいない。 本プロジェクト活動の実施による土地のかく乱がない。

第 3 章 調査結果

3-1. ベースラインシナリオにおける GHG 吸収量

3-1-1. ベースラインシナリオ

本プロジェクトのベースラインは、承認済み方法論 AR-AMS001/Version06 の「草地又は耕作地における小規模 A/R CDM プロジェクト活動のための簡易方法論」(Simplified baseline and monitoring methodologies for small-scale A/R CDM project activities implemented on grasslands or croplands with limited displacement of pre-project activities)の要求事項に従い、「プロジェクトバウンダリー内のカーボン・プールに生じている現在、もしくは歴史的土地利用変化が継続すること」を採用する。

林業調査有資格専門家である中国国家林業局調査企画設計院との共同実地調査の結果、本プロジェクト植林対象地は、荒廃した草地であり、ほとんどが灌木と草に覆われている状態であることを確認した。樹木も一部に見られるが、それらの樹冠率が 20%以下である上、樹高も 2m に満たないことから、中国政府が定めた森林の定義を満足するものではなく、現在の対象土地は「草地、耕作地の状態が継続している」ことを確認した。

今回の事業調査では 1989 年時点の土地利用状況地図、衛星データ等の入手は当該地地域当局の協力が得られず不可能であった。そこで、対象土地の 1989 年時点の状態を、対象地域の地方政府最高責任者書記、地方政府林業設計院メンバー数人と現地視察を実施し、地域住民ら数人へのヒアリングもあわせて、1989 年時点の土地利用状態の調査を実施した。ヒアリング内容の項目については表 3.1.1.「中国河南省靈宝市と盧氏県植林プロジェクト事業用地の来歴に関するアンケート (抄訳)」用紙に記載された内容の項目となっている。その結果によれば、回答はすべてにおいて、本プロジェクト対象土地が「少なくとも 1989 年の時点では森林では無かった」としており、土地の適格性に問題はないと考えられる。実際のプロジェクト実施時には、当該地地域当局は、可能な範囲で 1989 年時点の土地利用状況地図、衛星データ等を提供する意思を示しており、表 3.1.1.用紙によるヒアリングサンプル数を増加させることと併せて、土地の適格性証明の精度を向上させる予定である。

また当該地地域当局への歴史的な土地利用状態のヒアリング結果によれば、当該地の過去においては、住民らによる山への違法放牧や薪の採取等を取り締まり、対象地域での植林の試みを繰り返してきたものの、資金不足等により活着率は低い状態が継続し、対象土地は荒廃したまま放置されており「歴史的な土地利用状態が継続している」との情報をえている。近年では、土地所有形態の改革が実施されており、土地の使用権が村等の集団所

有から農民の個人所有に変わりつつある。土地の活用や生産性向上によるインセンティブが農民個人の収入になり、土地の状態を改善する可能性は高まってきてはいるものの、現実には以下のような理由により、今後も「対象土地のカーボン・プールの回復は実現しない」ことが予測される。

表 3.1.1 1989 年時点の土地利用状況にかんするヒアリング資料例(和訳)

**中国河南省靈宝市とル氏県植林プロジェクト
事業用地の来歴に関するアンケート (抄訳)**

地域住民の皆様へ

中国河南省靈宝市とル氏県植林プロジェクトを吸収源 CDM として国連登録を果たすため、事業用地の来歴調査を実施しております。本調査は、対象土地が 1989 年の時に森であったか否かについて調査するために行われるものです。

本調査票への回答・記入は、10 分程度を要しますが、ご自身の実際状況に応じご記入願います。ご協力に、心から感謝します。

1. 性別
男性 女性

2. 年齢
30~40 歳 41~50 歳 51~60 歳 61 歳以上

3. 学歴
小学校及びそれ以下 中学校 技術学校 高校 専門学校及びそれ以上

4. あなたは 1990 年ごろにどこに住んでいますか？以下の 3 つの選択肢から選択してください。
靈宝市朱陽鎮 靈宝市五ノ郷 ル氏県杜関鎮

5. 1990 年ごろにこの地域には森林がありましたか？
ある ない (以下の 6 をご回答ください)

6. 1990 年ごろにこの地域は、何がありましたか？

調査者： _____
被調査者： _____

- 自然播種源及び植林対象地の環境が改善されていないため、森林と呼べる状態にまで土地が回復されない。
- 地元住民だけでは対象土地を森林に回復するための十分な技術力を持っていない。
- 対象地域は経済的に豊かでは無いため、地域住民だけの経済力によって外部の専門家を招き入れて、森林管理や植林活動を行うことが経済的に実現できない。

これら、実地調査及びヒアリング等調査結果により、本プロジェクトのベースラインシナリオは、「草と灌木に覆われた荒廃した現在の草地状態が継続する」と考えられる。

3-1-2. ベースラインシナリオにおける正味の GHG 吸収量

ベースライン炭素蓄積量は承認済み方法論AR-AMS0001/Version06の規定に従い、これらの実測値を使用して推算することができる。AR-AMS0001/Version06の規定による推算時の重要要件として下記事項があげられる。

- 本プロジェクトの植林対象地の3か所の植生分布状態はほぼ同一であり、主たる植生は草地と灌木で占められている。
- 本プロジェクトの植林対象地の総面積は1,700[ha]である。
- カーボンプールは地上部と地下部の木及び多年生植物のバイオマス量と地下部の草地バイオマス量を考える。枯死木、落葉・落枝、土壌有機炭素に関しては無視することができる。
- 根と幹の比率 (root/shoot ratio) においては、IPCC LULUCFでデフォルト値が下記のように設定されている。

草 : 1.58 (IPCC LULUCF, table 3.A.1.8, temperate grassland)

灌木 : 0.43 (IPCC LULUCF, table 3.A.1.8, temperate broadleaf forest, other broadleaf forest)

本調査では、実測結果が得られているので実測結果を使用することにする。

- 劣化した草地の灌木植生サイクルは10年である。
- 乾燥バイオマス炭素量は0.5[tC/t d.m.]。

(IPCC default value =0.5[t C/t d.m])¹¹

実地視察調査の結果、本プロジェクトの植林対象地域はいずれも劣化した草地であり、この地域の自然植生の類似性は高く、雑草と灌木によって占められていることが分かった。

ベースラインバイオマス吸収量の調査は、中国国家林業局調査企画設計院の林業調査有資格専門家と協力し、国の定める手順により、事前に各植林候補地より異なるサンプルプロット (2m×1m) を 15 か所選定し、自然状態の草地と灌木のそれぞれの地上部、地下部バイオマス実測量、自然乾燥状態のバイオマス量、完全乾燥状態 (絶乾状態) のバイオマス量を計測した。15 か所の植生状態の観察結果から、植林対象地の 3 か所の植生分布状態はほぼ同一であり、主たる植生は草地と灌木で占められているため、選定した 15 か所のサンプリングバイオマス量は合計して、同一のベースラインバイオマス量とした実測結果は表 3.1.2 に示す。

¹¹ d. m. = dry matter (乾燥物質重量)を示す。

表3.1.2 ベースラインバイオマス量実測結果（1m×2m×15か所合計量）

植生種		自然状態全重量 [kg]	自然乾燥全重量 [kg]	絶乾状態全重量 [kg d.m.]
草地	地上部	3.753	3.109	0.9057
	地下部	4.799	3.829	1.9145
灌木	地上部	2.430	2.069	1.5518
	地下部	3.102	2.527	1.7689

上表より、サンプルプロット(2m×1m)、計15か所のサンプル地点から採取された、灌木の地上部(約1.55[kg d.m.])と地下部(約1.76[kg d.m.])の合計乾燥状態炭素量は約3.3[kg d.m.]であり、単位面積あたりの乾燥炭素量は $3.3[\text{kg d.m.}]/(15 \times 2[\text{m}] \times 1[\text{m}])=0.11[\text{kg d.m./m}^2]=1.1[\text{t d.m./ha}]$ である。草地は年ごとの炭素蓄積はなく、灌木の植生サイクルを10年とすれば、実測サンプルの平均植生年数5年として、年間炭素蓄積量は $(1.1[\text{t d.m./ha}]/5[\text{yr.}]) \times 0.5=0.11[\text{tC/ha/yr.}]$ を超えないと概算される。この値は、後述するトチュウの年間事前現実吸収量 $2[\text{tC/ha/yr}]$ の値を比較すると、 $0.11/2=0.055(<10\%)$ となることがわかる。このことから、AR-AMS0001/Version06の6.(a)により、ベースラインにおける炭素蓄積量の変化はゼロと仮定することができる。

本プロジェクト植林候補地の実地調査時(2010年10月)、事前調査時(2010年4月)の概況を写真3.1.1～3.1.2に示す。写真に示すように通年をとおして、植林候補地は80～90%が草地と灌木地に覆われている状態が継続していることがわかる。このため、プロジェクト活動がなかった場合に、ベースライン炭素蓄積量の全体概況に大きな変化が無いことが予測される。また、実地ベースラインシナリオの植生層の全体概況も単一層であることが類推される。



写真 3.1.1 植林候補地の植生状況(2010年10月)



写真 3.1.2 植林候補地の植生状況(2010年4月)

方法論AR-AMS0001/Version.06のII.「ベースラインにおける正味のGHG吸収量」(Baseline net greenhouse gas removals by sinks)の8項に従い、ベースラインGHG吸収量は、以下のように計算される。

Baseline net greenhouse gas removals by sinks

プロジェクトが実施されなかった場合の t 時点の炭素蓄積量は式(1)より算出する。

$$B(t) = (B_A(t) + B_B(t)) * A \tag{1}$$

ここで、

$B(t)$	プロジェクトが実施されなかった場合の、プロジェクトバウンダリー内の炭素蓄積量 [t C]
$B_A(t)$	プロジェクトが実施されなかった場合の、t 時点における地上部の炭素蓄積量 [t C/ha]
$B_B(t)$	プロジェクトが実施されなかった場合の、t 時点における地下部の炭素蓄積量 [t C/ha]
A	プロジェクト実施面積 [ha]

地上部バイオマスについては 式(2)より算出する。

$$B_A(t) = M(t) * 0.5 \tag{2}$$

$$M(t) = M_{woody(t=0)} \tag{3}$$

ここで、

$M(t)$	プロジェクトが実施されなかった場合の、t 時点における地上部バイオマス量 [t d.m./ha]
$M_{woody}(t)$	プロジェクトが実施されなかった場合の、t 時点における地上部樹木量 [t d.m./ha]
$M_{woody(t=0)}$	プロジェクトが実施されなかった場合の、プロジェクト実施時における樹木量 【中国国家林業局調査企画設計院実測値より試算】 $1.551[\text{kg}]/15/2[\text{m}] * 1[\text{m}] = 0.00517[\text{kg d.m./m}^2] = 0.52[\text{t d.m./ha}]$

$$\underline{B_A(t=0) = 0.52 * 0.5 = 0.26 \text{ [t C/ha]}}$$

地下部バイオマスについては実測値を使用した式(4)で算出する。

$$\begin{aligned} B_B(t=0) = B_B(t) &= 0.5 * (M_{grass} * R_{grass} + M_{woody(t=0)} * R_{woody}) \\ &= 0.5 * (M_{B,grass} + M_{B,woody(t=0)}) \end{aligned} \tag{4}$$

ここで

R_{grass}	樹木量の根と幹の比率[-] (本計算では本値は使用しない)
-------------	-------------------------------

R_{woody}	草地の根と幹の比率[-] (本計算では本値は使用しない)
$M_{B,grass}$	プロジェクトが実施されなかった場合の、t 時点の地下部の草の量 [t d.m./ha] 【中国国家林業局調査企画設計院実測値より試算】 $1.9145[\text{kg}]/15/2[\text{m}]*1[\text{m}]=0.00638[\text{kg d.m./m}^2]=0.64[\text{t d.m./ha}]$
$M_{B,woody(t=0)}$	プロジェクトが実施されなかった場合の、t 時点の地下部の樹木量 [t d.m./ha] 【中国国家林業局調査企画設計院実測値より試算】 $1.7689[\text{kg}/15/2[\text{m}]*1[\text{m}]=0.00590[\text{kg d.m./m}^2]=0.59[\text{t d.m./ha}]$

$$\underline{B_{B(t=0)} = 0.5*(0.64+0.59) = 0.62 [t C/ha]}$$

従って式(1)は、

$$\underline{B(t) = (B_{A(t)} + B_{B(t)}) * A = (0.26 [t C/ha] + 0.62 [t C/ha]) * 1,700 [ha]} \\ \underline{= 1,496 [t C]}$$

ベースラインの GHG 吸収量変化は式(1)で算出した、t 時点の炭素蓄積量 $B(t)$ と (t-1) 時点の炭素蓄積量 $B(t-1)$ の変化量として式(5)より算出される。

$$\Delta C_{BSL,t} = (B(t) - B(t-1)) * (44/12) \quad (5)$$

ここで、

$\Delta C_{BSL,t}$	ベースラインシナリオ時における正味のベースライン GHG 吸収量 [t CO ₂ -e]
$B(t)$	プロジェクトが実施されなかった場合の、t 時点でのベースライン炭素蓄積量 [t C]

プロジェクト活動が実施されない場合、自然植生によるバイオマス炭素蓄積変化量は、生じないと考えられるので、 $B(t)$ の変化量はなく、 $B(t)$ は一定値を継続すると考えられる。

従って、 $B(t) = B(t-1)$ から

$$\underline{\Delta C_{BSL,t} = 0}$$

以上から、ベースライン GHG 吸収量は植林開始時の $B(t=0)$ 状態が継続し、ベースライン変化量 $\Delta C_{BSL,t}$ はゼロであることから下記となる。

$$\underline{C_{BSL,t=0} = B(t=0) * (44/12) = 1,496 * (44/12) = 5,485 [t CO_2-e]}$$

$$\underline{\Delta C_{BSL,t} = 0}$$

ここで、

$C_{BSL,t=0}$	シクによる正味のベースライン GHG 吸収変化量の t=0 時の値 [t CO ₂ -e]
---------------	---

表 3.1.3 にベースライン GHG 吸収量計算結果を示す。

表 3.1.3 ベースライン GHG 吸収量計算結果

Year	ベースライン GHG 吸収量	ベースライン GHG 吸収変化量
	$C_{BSL,t=0}$ [t-CO ₂ -e]	$\Delta C_{BSL,t}$ [t-CO ₂ -e/y]
2012	5,485	5,485
2013	5,485	0
2014	5,485	0
2015	5,485	0
2016	5,485	0
2017	5,485	0
2018	5,485	0
2019	5,485	0
2020	5,485	0
2021	5,485	0
2022	5,485	0
2023	5,485	0
2024	5,485	0
2025	5,485	0
2026	5,485	0
2027	5,485	0
2028	5,485	0
2029	5,485	0
2030	5,485	0
2031	5,485	0

3-2. プロジェクトシナリオによる GHG 吸収量

3-2-1. プロジェクトシナリオによる植林計画

方法論 AR-AMS0001/Version06 によると、プロジェクト実施による炭素蓄積量を事前に計算するためには、プロジェクト活動による植林樹種と樹齢により植生を階層分類する必要がある。本プロジェクトが検討している植林計画によると、対象となる 3 か所の植林計画地に対して、表 3.2.1 に示す植林計画により植林を実施する予定である。植林計画では、土地の事前準備として 1m×1m×0.8m の穴掘りを実施し、トチュウではおおよそ 4m×(4~5)m 間隔、クロマツでは 2m×3m 間隔で植林を実施し、肥料は 1 本の苗木ごとにトチュウで 5~6kg、クロマツで 0.5kg の施肥し、植林密度はトチュウで 600tr/ha、クロマツで 1,650tr/ha の植林を実施する計画である。また、苗木は 2 年生の苗木を用いる予定である。

表 3.2.1 本プロジェクトの植栽方法

樹種	土地条件	穴の規格 (長さ×横幅× 深さ)	植林密度	施肥	植林密度	苗の樹齢
トチュウ	東向きの上方向部 傾斜地	1×1×0.8m	4×4.5m	5-6kg/1本	600 本/ha	2年生
	西向きの上方向部 傾斜地					
	東向きの下方向部 傾斜地	1×1×1m	4×4m	4-5kg/1本		
	西向きの下方向部 傾斜地					
	平原		4×5m			
クロマツ	いずれの種類	1×1×0.8m	2×3m	0.5kg/1本	1,650 本/ha	

また、各年度の植林樹種と植林面積、全面積に占める植林割合の計画値を表 3.2.2 に示す。植林はトチュウとクロマツを 2012～2014 年の 3 年間にわたり実施する計画であり、各年度ごとにトチュウ 510ha とクロマツ 56,7ha を植林する計画としている。クロマツはトチュウ植林領域の外側境界部で実施し、防火林の役割も行うように計画している。植林本数は各階層ごとにトチュウで 306,000 本、クロマツで 93,500 本、総計 1,198,500 本の植林を計画している。全面積あたりの各階層ごとの植林面積はトチュウで 30%、クロマツで 3.3% の割合である。尚、植林面積については表 3.2.1 の植林密度を調整して平面あたりの植林面積が計画値となるように植林を実施する予定である。

植林の時期に関しては、11～12 月の秋から冬と 3～4 月の春に実施する。植林技術としては、下記基準にしたがい、2 人の人間がペアになってそれぞれ、整地～穴掘り～穴への苗木準備と穴への土導入約をそれぞれこなすこととしている。植林後の管理は、水やりが 300～375m³/ha あたりが必要であり近くの川からポンプによりくみあげた水を使用する。また肥料に関しては、6 年生までのトチュウには 2～3kg 与え、7 年生以降は 3～4kg を与える計画である。

表 3.2.2 プロジェクト実施後の植物層

階層	樹種	植林年度 [y]	面積 [ha]	植林本数 [本]	全面積割合% [%]
1	トチュウ	2012	510	306,000	30%
2	トチュウ	2013	510	306,000	30%
3	トチュウ	2014	510	306,000	30%
4	クロマツ	2012	56.7	93,500	3.3%
5	クロマツ	2013	56.7	93,500	3.3%
6	クロマツ	2014	56.7	93,500	3.3%
合計			1,700	1,198,500	100%

植林基準は下記資料を適用する。

- Forest Law of People's Republic of China
- Technical Regulation of Afforestation(GB/T 15776-2006)
- Regulation of Afforestation(LY/T 1607-2003)
- Geographic brand product, Lingbao Eucommia(GB/T 22742-2008)
- High yield technology of Eucommia(LY/T 1561-1999)
- Carbon Sequestrate Afforestation Refulation
- Forest Management Regulation(GB/T 15781-1995)
- Cllasification for qualification of seeding(GB6000-1999)
- Produce Technology of Lingbao Eucommia(DB411282/T002-2004)
- Classification of site type and Afforestation design design in Hennan Provice

3-2-2. プロジェクトシナリオによる正味の GHG 吸収事前計算量

プロジェクトシナリオによる正味の GHG 吸収事前計算量 (*ex-ante* actual net GHG removals by sinks) は、方法論 AR-AMS0001/Version.06 の III.「Actual net greenhouse gas removals by sinks (*ex ante*)」に従い、以下のように計算される。

Actual net greenhouse gas removals by sinks (*ex ante*)

プロジェクトシナリオによるプロジェクト開始時 ($t=0$) の炭素蓄積量は、プロジェクト開始時 ($t=0$) のベースライン炭素蓄積量に等しくなるため式 (6) により算出できる。

$$N_{(t=0)} = B_{(t=0)} \quad (6)$$

ここで、

$N_{(t=0)}$	プロジェクトシナリオ時のバウンダリー内の炭素蓄積量 [t C]
$B_{(t=0)}$	プロジェクトが実施されなかった場合のバウンダリー内の炭素蓄積量 [t C]

プロジェクト開始時点での炭素蓄積量は式 (1) 計算結果より、

$$\underline{N_{(t=0)} = B_{(t=0)} = 1,496 \text{ [t C]}}$$

プロジェクト開始時以降のプロジェクトシナリオによる正味の炭素吸収事前計算量は式 (7) により算出される。

$$N(t) = \sum_{i=1}^I (N_{A(t)i} + N_{B(t)i}) * A_i \quad (7)$$

$N(t)$	プロジェクト施行時の、t 時点での全バイオマス炭素蓄積量 [t C]
$N_{A(t)i}$	プロジェクト施行時の、i 層における、t 時点の地上部バイオマス炭素蓄積量 [t C/ha]
$N_{B(t)i}$	プロジェクト施行時の、i 層における、t 時点での地下部バイオマス炭素蓄積量 [t C/ha]
A_i	プロジェクト施行時の、i 層における植林面積 [ha]
i	植林対象地の階層 (I=全階層数、本プロジェクトでは 6)

トチュウの炭素蓄積速度に関しては、事前調査結果のデータを採用する¹²。この数値は UNFCCC のデフォルト値(GPG-LULUCF、Table 3A.1.7、average annual above ground net increment in volume in plantations by species)より保守的な数値となっている。前述した 2.4.2 事前調査結果によればトチュウの地上部炭素蓄積速度は(8)式となる。

$$I_{Eucommia} = 2 [t C/yr/ha] \quad (8)$$

これによりトチュウ地上部バイオマス量、地上部炭素量はそれぞれ式(9)、式(10)となる。

$$N_{A(t)i=1,2,3} = I_{Eucommia} [t C/yr/ha] * t [yr] \quad (9)$$

$$T(t)_{i=1,2,3} = N_{A(t)i=1,2,3} / 0.5 [t C/t d.m.] = 2 * N_{A(t)i=1,2,3} [t d.m./ha] \quad (10)$$

ここで、

$I_{Eucommia}$	トチュウの 1ha あたりの年平均炭素蓄積速度 [t C/yr/ha]
$N_{A(t)i=1,2,3}$	プロジェクト施行時、i=1, 2, 3 層における、t 時点のトチュウ地上部炭素量 [t C/ha]
$T(t)_{i=1,2,3}$	プロジェクト施行時、i=1, 2, 3 層における、t 時点のトチュウ地上部バイオマス量 [t d.m./ha]
0.5	乾燥バイオマスあたりの炭素含有量 [t C/t d.m.]

トチュウの地下部バイオマス量は方法論 AR-AMS0001/Version06、Ⅲの 23. 項に従い Cairns 等のアロメトリー式(11)を用いて推算する¹³。

¹² 本データに関しては H23 年度に更に調査を継続し、30 点程度の植生データが採取された時点で学術論文として発表する予定である。その際、年輪解析データなどからトチュウの成長曲線を Lichard Function などの近似式で推算し、トチュウ樹径 (DBH[cm]) と樹高 (h[m]) の成長曲線式を決定する予定でいる。

¹³ Cairns, M.A., S. Brown, E.H. Helmer, G.A. Baumgardner(1997).Root biomass allocation in the

$$N_{B(t)i=1,2,3} = \exp(-1.085 + 0.9256 * \ln T(t)_{i=1,2,3}) * 0.5 \quad (11)$$

ここで、

$N_{B(t)i=1,2,3}$	プロジェクト終了時、 $i=1, 2, 3$ 層における、 t 時点でのトチュウ地下部炭素量 [t C/ha]
t	植栽経過年数 [year]
0.5	乾燥バィマスあたりの炭素含有量 [t C/t d.m.]

以上式(9)、式(11)より t 年経過後における、階層 $i=1,2,3$ でのトチュウの地上部炭素蓄積量 $N_{A(t)i=1,2,3}$ 、地下部炭素蓄積量 $N_{B(t)i=1,2,3}$ を計算すると表 3.2.3 のようになる。

表 3.2.3 トチュウの炭素蓄積量事前計算結果

Year	階層 $i=1$		階層 $i=2$		階層 $i=3$	
	$N_{A(t)i=1}$ [t C/ha]	$N_{B(t)i=1}$ [t C/ha]	$N_{A(t)i=2}$ [t C/ha]	$N_{B(t)i=2}$ [t C/ha]	$N_{A(t)i=3}$ [t C/ha]	$N_{B(t)i=3}$ [t C/ha]
2012	2	0.6096	0	0	0	0
2013	4	1.1579	2	0.6096	0	0
2014	6	1.6852	4	1.1579	2	0.6096
2015	8	2.1993	6	1.6852	4	1.1579
2016	10	2.7039	8	2.1993	6	1.6852
2017	12	3.2010	10	2.7039	8	2.1993
2018	14	3.6919	12	3.2010	10	2.7039
2019	16	4.1776	14	3.6919	12	3.2010
2020	18	4.6588	16	4.1776	14	3.6919
2021	20	5.1360	18	4.6588	16	4.1776
2022	22	5.6097	20	5.1360	18	4.6588
2023	24	6.0802	22	5.6097	20	5.1360
2024	26	6.5478	24	6.0802	22	5.6097
2025	28	7.0127	26	6.5478	24	6.0802
2026	30	7.4751	28	7.0127	26	6.5478
2027	32	7.9353	30	7.4751	28	7.0127
2028	34	8.3933	32	7.9353	30	7.4751
2029	36	8.8493	34	8.3933	32	7.9353
2030	38	9.3034	36	8.8493	34	8.3933
2031	40	9.7557	38	9.3034	36	8.8493

クロマツの DBH 、 H の成長曲線に関しては多くの研究報告がされている。これらの研究論文のうち *Richard's Function* の式¹⁴は近似曲線をよく表現しているため、クロマツの成長

world's upland forests. *Oecologia*(1):1-11.

¹⁴ データ出典：『Height Growth Models of *Pinus tabulaeformis*, *Robinia pseudoacacia* and *Larix principis-rupprechtii* in Chaoyang County』(*Journal of Liaoning Forestry Science & Technology*, No 3, 2008) ; 『Study Oil Individual Tree Height Growth Model for *Pinus tabulaeformis* Plantation』

曲線には本式(12)~(14)を使用する。式(12)、式(13)により植林経過後 t 年におけるクロマツの胴高直径 DBH_t 、高さ H_t が推算可能となり、式(14)により、そのときのクロマツ 1 本あたりのバイオマス量 $W(t),i$ が推算できる。これらの値から、クロマツの地上部バイオマス量が式(16)にて、クロマツの地下部バイオマス量がトチュウと同様に Cairns 等のアロメトリ式(17)によって推算可能である。

$$DBH_t = 27.7133 / (1 - 1.0037 * \exp(-0.034 * t))^{(1/0.7462)} \quad (12)$$

$$H_t = 6.7209 / (1 + \exp(1.6096 - 0.2297 * t)) \quad (13)$$

$$\text{Log } W(t),i=4,5,6 = 0.854859 * \log(DBH_t^2 * H_t) - 2.76574 \quad (14)$$

$$T(t),i=4,5,6 = 0.001 * 1,650 * W(t),i=4,5,6 \quad (15)$$

$$N_A(t),i=4,5,6 = T(t),i=4,5,6 * 0.5 \quad (16)$$

$$N_B(t),i=4,5,6 = \exp(-1.085 + 0.9256 * \ln T(t),i=4,5,6) * 0.5 \quad (17)$$

DBH_t	プロジェクト施行時の、 t 時点でのクロマツの胴高直径 [cm]
H_t	プロジェクト施行時の、 t 時点でのクロマツの樹高 [m]
$W(t),i=4,5,6$	プロジェクト施行時、 $i=4, 5, 6$ 層における、 t 時点のクロマツ地上部バイオマス量 [kg d.m.] (クロマツ 1 本あたりの量)
$T(t),i=4,5,6$	プロジェクト施行時、 $i=4, 5, 6$ 層における、 t 時点のクロマツ地上部バイオマス量 [t d.m./ha] (クロマツ単位植林面積あたりの量)
0.001	単位換算係数 0.001[t/kg]
1,650	クロマツの $i=4, 5, 6$ 層における植林密度(表 3.2.1 植林計画による) [本/ha]
$N_A(t),i=4,5,6$	プロジェクト施行時、 $i=4, 5, 6$ 層における、 t 時点のクロマツ地上部炭素量 [t C/ha]
$N_B(t),i=4,5,6$	プロジェクト施行時、 $i=4, 5, 6$ 層における、 t 時点のクロマツ地下部炭素量 [t C/ha]
t	植栽後年数 [year]

式(12)、式(13)による t 年経過後における、クロマツの胴高直径 DBH [cm]、樹高 H [m] の成長曲線計算結果を図 3.2.1、図 3.2.2 に示す。また、図中には参考値として、トチュウの事前調査段階で年輪解析によって得られた成長量も参考値としてのもせてある。図をみるトチュウの成長量参考値もクロマツの *Richard's Function* に類似した形状の成長をたどっており、今後の研究により同式により近似可能であると思われる。またトチュウの成長速度はクロマツよりも早く、炭素固定能力が優れていることが示唆される。

(FOREST RESOURCES MANAGEMENT, No. 5, October 2008) ; 『Dynamic Prediction and Verification of Individual Tree DBH Growth Process of the Pinustabulaeformis Plantation』 (Journal of Northwest Forestry University, 2010, 25(4))

また式(16)、式(17)により t 年経過後における、階層 $i=4,5,6$ での、クロマツの地上部炭素蓄積量 $N_{A(t)=4,5,6}$ 、 $N_{B(t)=4,5,6}$ を計算した結果を表 3.2.4 に示す。

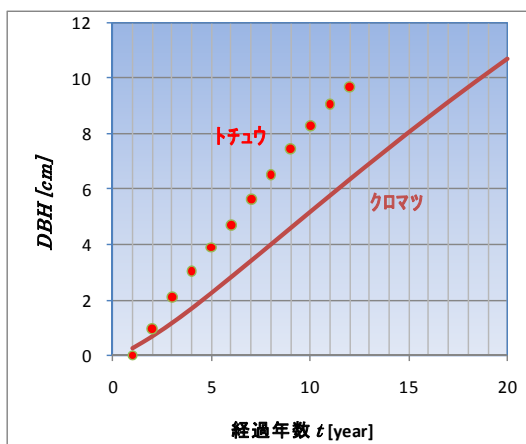


図 3.2.1 胴高直径成長曲線計算結果

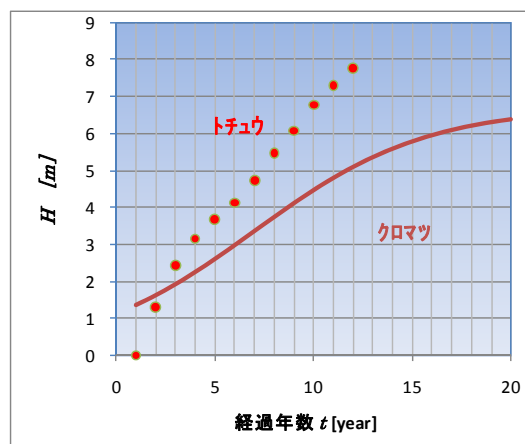


図 3.2.2 樹高成長曲線計算結果

表 3.2.4 クロマツの炭素蓄積量事前計算結果

Year	階層 $i=4$		階層 $i=5$		階層 $i=6$	
	$N_{A(t)=4}$ [t C/ha]	$N_{B(t)=4}$ [t C/ha]	$N_{A(t)=5}$ [t C/ha]	$N_{B(t)=5}$ [t C/ha]	$N_{A(t)=6}$ [t C/ha]	$N_{B(t)=6}$ [t C/ha]
2012	0.0063	0.0029	0	0	0	0
2013	0.0396	0.0162	0.0063	0.0029	0	0
2014	0.1165	0.0439	0.0396	0.0162	0.0063	0.0029
2015	0.2536	0.0901	0.1165	0.0439	0.0396	0.0162
2016	0.4676	0.1588	0.2536	0.0901	0.1165	0.0439
2017	0.7735	0.2530	0.4676	0.1588	0.2536	0.0901
2018	1.1839	0.3752	0.7735	0.2530	0.4676	0.1588
2019	1.7067	0.5264	1.1839	0.3752	0.7735	0.2530
2020	2.3452	0.7064	1.7067	0.5264	1.1839	0.3752
2021	3.0973	0.9138	2.3452	0.7064	1.7067	0.5264
2022	3.9565	1.1462	3.0973	0.9138	2.3452	0.7064
2023	4.9126	1.4005	3.9565	1.1462	3.0973	0.9138
2024	5.9534	1.6731	4.9126	1.4005	3.9565	1.1462
2025	7.0657	1.9605	5.9534	1.6731	4.9126	1.4005
2026	8.2365	2.2595	7.0657	1.9605	5.9534	1.6731
2027	9.4536	2.5669	8.2365	2.2595	7.0657	1.9605
2028	10.7064	2.8803	9.4536	2.5669	8.2365	2.2595
2029	11.9855	3.1974	10.7064	2.8803	9.4536	2.5669
2030	13.2831	3.5166	11.9855	3.1974	10.7064	2.8803
2031	14.5929	3.8364	13.2831	3.5166	11.9855	3.1974

続いて、方法論 AR-AMS0001/Version.06 のⅢ.「Actual net greenhouse gas removals by sinks (ex ante)」の 24. によればプロジェクトシナリオに基づく正味の GHG 吸収量の事前計算値は式(18)になる。

$$\Delta C_{PROJ,t} = (N_t - N_{t-1}) * (44/12) / \Delta t \quad (18)$$

ここで、

$\Delta C_{PROJ,t}$	プロジェクトシナリオ時のプロジェクト実施による GHG 吸収量 [t CO ₂ -e/year]
$N(t)$	プロジェクトシナリオ時の t 時点における全ハ イマス炭素蓄積量 [t C]
Δt	時間増加分 1[year]

本プロジェクトシナリオ実施による GHG の排出 (樹木の伐採等) は微細であることから、

$$GHG_{PROJ,t} = 0 \quad (19)$$

ここで

$GHG_{PROJ,t}$	プロジェクトシナリオ時のプロジェクト実施による GHG 排出量 [t CO ₂ -e/year]
----------------	--

以上と (7) 式より、プロジェクトシナリオ実施時の t 時点でのプロジェクトシナリオによる正味の GHG 吸収事前計算量 (*ex ante* actual net greenhouse gas removals by sinks) は式 (20) となる。

$$\begin{aligned} \Delta C_{ACTUAL,t} &= \Delta C_{PROJ,t} - GHG_{PROJ,t} \\ &= (N_t - N_{t-1}) * (44/12) / \Delta t \\ &= \left\{ \sum_{i=1}^I (N_{A(t)i} + N_{B(t)i}) * A_i - \sum_{i=1}^I (N_{A(t-1)i} + N_{B(t-1)i}) * A_i \right\} * (44/12) / \Delta t \quad (20) \end{aligned}$$

ここで、

$\Delta C_{ACTUAL,t}$	プロジェクトシナリオ時の t 時点における正味の GHG 吸収事前計算量 (<i>Ex ante</i> actual net greenhouse gas removals by sinks in year t) [tCO ₂ -e/year]
$\Delta C_{PROJ,t}$	プロジェクトシナリオ時のプロジェクト実施による GHG 吸収量 [t CO ₂ -e/year]
$GHG_{PROJ,t}$	プロジェクトシナリオ時のプロジェクト実施による GHG 排出量 [t CO ₂ -e/year]
A_i	プロジェクトシナリオ時の、i 層における植林面積 i=1,2,3 のとき 510[ha]、i=4,5,6 のとき 56.7[ha]

表 3.2.3、表 3.2.4 の $N_{A(t)i=1,2,3}$ 、 $N_{B(t)i=4,5,6}$ 計算結果と式 (20) より、プロジェクトシナリオ実施時の t 時点でのプロジェクトシナリオによる正味の GHG 吸収事前計算量 (*ex ante*

actual net greenhouse gas removals by sinks)が計算できる。

計算結果を表 3.2.5 に示す。

表 3.2.5 プロジェクトシナリオ実施時の t 時点での正味の GHG 吸収事前計算量
(*ex ante actual net greenhouse gas removals by sinks*)

Year	$(N_{A(t)} + N_{B(t)}) * A_i$						$N(t)$ [t C]	Δ $C_{ACTUAL,t}$ [tCO ₂ -e /year]
	$i=1$	$i=2$	$i=3$	$i=4$	$i=5$	$i=6$		
	510ha [t C]	510ha [t C]	510ha [t C]	56.7ha [t C]	56.7ha [t C]	56.7ha [t C]		
2012	1,331	0	0	0.5	0	0	1,331	4,882
2013	2,631	1,331	0	3.1	0.5	0	3,965	9,657
2014	3,919	2,631	1,331	9.0	3.1	0.5	7,894	14,405
2015	5,202	3,919	2,631	19.4	9.0	3.1	11,783	14,262
2016	6,479	5,202	3,919	35.4	19.4	9.0	15,664	14,230
2017	7,753	6,479	5,202	58.1	35.4	19.4	19,546	14,235
2018	9,023	7,753	6,479	88.3	58.1	35.4	23,436	14,264
2019	10,291	9,023	7,753	126.5	88.3	58.1	27,339	14,310
2020	11,556	10,291	9,023	172.9	126.5	88.3	31,257	14,367
2021	12,819	11,556	10,291	227.3	172.9	126.5	35,193	14,430
2022	14,081	12,819	11,556	289.1	227.3	172.9	39,146	14,494
2023	15,341	14,081	12,819	357.7	289.1	227.3	43,115	14,556
2024	16,599	15,341	14,081	432.1	357.7	289.1	47,100	14,611
2025	17,856	16,599	15,341	511.4	432.1	357.7	51,098	14,659
2026	19,112	17,856	16,599	594.7	511.4	432.1	55,107	14,698
2027	20,367	19,112	17,856	681.1	594.7	511.4	59,123	14,728
2028	21,621	20,367	19,112	769.9	681.1	594.7	63,146	14,749
2029	22,873	21,621	20,367	860.3	769.9	681.1	67,172	14,764
2030	24,125	22,873	21,621	951.9	860.3	769.9	71,201	14,771
2031	25,375	24,125	22,873	1,044.3	951.9	860.3	75,230	14,774

3-2-3. 正味の人為的 GHG 吸収量

正味の人為的 GHG 吸収量 (Net anthropogenic greenhouse gas removals by sinks) は、方法論 AR-AMS0001/Version.06 の V. 「Net anthropogenic greenhouse gas removals by sinks」に従い、以下のように計算される。

Net anthropogenic greenhouse gas removals by sinks

$$ER_{AR\ CDM, t} = \Delta C_{PROJ, t} - \Delta C_{BSL, t} - GHG_{PROJ, t} - L_t \quad (21)$$

ここで、

$ER_{AR\ CDM, t}$	正味の人為的 GHG 吸収量 [t CO ₂ -e/year]
$\Delta C_{PROJ, t}$	プロジェクトシナリオ時のプロジェクト実施による GHG 吸収量 [t CO ₂ -e/year]
$\Delta C_{BSL, t}$	ベースラインシナリオ時における正味のベースライン GHG 吸収量

	$[t\ CO_2\text{-e}]$
$GHG_{PROJ, t}$	プロジェクトシナリオ時のプロジェクト実施による GHG 排出量 $[t\ CO_2\text{-e}/\text{year}]$
L_t	t 時点におけるプロジェクト活動によるリーケージ GHG 排出量 $[t\ CO_2\text{-e}/\text{year}]$

本プロジェクトにおかえるリーケージに関しては、本プロジェクトの実施に起因する農業活動や家屋の移転等が生じないため移転による GHG 排出は生じない。また、その他のリーケージとして、施肥による N_2O 発生による GHG 排出、灌漑用水を川より組み上げるポンプの動力源となる電気エネルギーによる GHG 排出、植林工事実施時の苗等の運搬、植林基地の管理時にかかわる輸送用機器の燃料となる軽油使用にともなう GHG 排出等が考えられるがこれらの排出はプロジェクトの実施による GHG 吸収量に比較して非常にわずかである。方法論 AR-AMS0001/Version.06 に従いリーケージはなしと仮定することとする。

これにより、正味の人為的 GHG 吸収量（Net anthropogenic greenhouse gas removals by sinks）の計算結果は表 3.2.6 に示す結果となる。

表 3.2.6 正味の人為的 GHG 吸収量
(Net anthropogenic greenhouse gas removals by sinks)

Year	$\Delta C_{PROJ, t}$ $[t\ CO_2\text{-e}/\text{year}]$	$\Delta C_{BSL, t}$ $[t\ CO_2\text{-e}/\text{year}]$	$GHG_{PROJ, t}$ $[t\ CO_2\text{-e}/\text{year}]$	L_t $[t\ CO_2\text{-e}/\text{year}]$	$ER_{AR\ CDM, t}$ $[t\ CO_2\text{-e}/\text{year}]$
2012	4,882	5,485	0	0	-604
2013	9,657	0	0	0	9,657
2014	14,405	0	0	0	14,405
2015	14,262	0	0	0	14,262
2016	14,230	0	0	0	14,230
2017	14,235	0	0	0	14,235
2018	14,264	0	0	0	14,264
2019	14,310	0	0	0	14,310
2020	14,367	0	0	0	14,367
2021	14,430	0	0	0	14,430
2022	14,494	0	0	0	14,494
2023	14,556	0	0	0	14,556
2024	14,611	0	0	0	14,611
2025	14,659	0	0	0	14,659
2026	14,698	0	0	0	14,698
2027	14,728	0	0	0	14,728
2028	14,749	0	0	0	14,749
2029	14,764	0	0	0	14,764
2030	14,771	0	0	0	14,771
2031	14,774	0	0	0	14,774

3-2-4. tCERs クレジット量

方法論 AR-AMS0001/Version.06 の V. 「Net anthropogenic greenhouse gas removals by sinks」、34 に従い、短期的な期限つきクレジット $t\ CER$ は式(22)で計算される。

$$tCER_{(tv)} = \sum ER_{ARCDM,t} * \Delta t \quad (22)$$

ここで、

$tCER_{(tv)}$	tv 年に実施される検証により生じる $tCER$ の量 [t CO ₂ -e]
$ER_{ARCDM,t}$	正味の人為的 GHG 吸収量 [t CO ₂ -e/year]
tv	検証年 [year]
Δt	(時間増加量)=(1 年間)

また、モニタリング実施後の事後計算正味の人為的 GHG 吸収量に関しては、方法論 AR-AMS0001/Version.06 の VI. 「小規模新規植林/再植林 CDM における簡易モニタリング方法論」(Simplified monitoring methodology for small-scale afforestation and reforestation projects under the clean development mechanism)、D 「正味の人為的 GHG 吸収事後吸収量」(Ex-post estimation of the anthropogenic GHG removals by sinks)に従い、検証実施年 tv 年における $tCER$ 量は以下のように計算できる。

初回のクレジット発行年については、

$$tCER_{(tv)} = P_{creditable,(t)} - B_{(t=0)} - \sum (GHG_{PROJ,t} - \Delta C_{BSL,t}) - L_{tv} \quad (23)$$

以降のクレジット発行年については、

$$tCER_{(tv)} = P_{creditable,(t)} - B_{(t=0)} - \sum (GHG_{PROJ,t} - \Delta C_{BSL,t}) - L_{CPI} \quad (24)$$

ここで、

$tCER_{(tv)}$	検証実施した tv 年の $tCER$ の量
$P_{creditable,(t)}$	t 時点でプロジェクトバウンダリー内に炭素蓄積された量 [t CO ₂ -e]
$GHG_{PROJ,(t)}$	プロジェクト活動に伴う排出量 (施肥等) [t CO ₂ -e/year]
$\Delta C_{BSL,t}$	ベースラインシナリオ時における正味のベースライン GHG 吸収量 [t CO ₂ -e/year]
L_{tv}	検証実施時点でのリークage による総 GHG 排出量 [t CO ₂ -e]
L_{CPI}	はじめのクレジット期間終了時点のリークage による総 GHG 排出量 [t CO ₂ -e]
tv	検証実施年

例として、初めの検証年を 2015 年、続いて 2020 年、2025 年、2030 年とした場合、事前計算通りの正味の人為的 GHG 吸収量が得られた場合、各年度でのクレジット発行量は表 3.2.6 の値より計算すると、次のようになる。

- 2015 年 : tCER = 39,403 t CO₂-e
- 2020 年 : tCER = 110,808 t CO₂-e (内 39,403 t CO₂-e は失効分を補填)
- 2025 年 : tCER = 183,560 t CO₂-e (内 110,808 t CO₂-e は失効分を補填)
- 2030 年 : tCER = 257,272 t CO₂-e (内 183,560 t CO₂-e は失効分を補填)
- それ以降 : 2 回の更新により 60 年間、最長 2071 年までクレジット発行が可能となる。トチュウの成長が持続し、火災などによる焼失がない限り失効分を補填することにより、最終年度 2071 年までクレジット獲得が可能となる。ただし、プロジェクト最終年度に関してはクレジット補填のリスクは存在する。

3-3. モニタリング計画

3-3-1. モニタリング計画

プロジェクト実施にあたり、初めに植林工事の計画通りの進行状況をモニタリングする必要がある。植林工事進行にはプロジェクト実施者である、河南省靈宝市天地科技生態株式会社が工事管理を実施し、プロジェクトバウンダリー内でプロジェクト活動植林が計画通りに進行し、草地、耕地に対象樹種の植林工事が進行していることを下記項目情報の確認、記録を行いながら進行させる必要がある。

- プロジェクトバウンダリー内での GPS 等を用いた土地変化情報。
- トータル植林面積変化情報。
- 植林時間、場所、面積の正確な情報。
- 施肥の量、頻度、種類の情報。
- 多年生樹木などのバイオマスを伐採により除外した場所、面積等情報。

植林工事の終了後はプロジェクトバウンダリー内の情報変化と併せて植林対象地のバイオマス変化量等のモニタリングが必要となる。これらモニタリングにあたり方法論 AR-AMS0001/Version.06 に従い実施する。モニタリング場所の選択のあたっては方法論最新バージョンに記載されている、「新規植林/再植林 CDM プロジェクトにおける計測箇所サンプルプロット数計算手法」(Calculation of the number of sample plots for measurements within A/R CDM project activities) に従って実施する。事前には専門家である中国国家林業局調査企画設計院らの FSR 報告書に記載されている、1 ムー (1/15ha: 約 20m×30m) のサンプロングプロットを 30 箇所設定する予定でいる。これらモニタリング計画の要点を表 3.3.1 に示す。

表 3.3.1 モニタリング計画の要点

変化量	情報源	記録単位	実測 推計	記録頻度	モニター割合	記録方法	備考
本プロジェクト実施地の緯度経度	実地調査、GPS情報、空撮写真、衛星画像等	緯度・経度	実測	5年1回	100%	電子情報、記録写真	実地調査実施時にGPSを用いて実測する。
Ai- 植生階層毎のプロジェクト活動実施面積	実地調査、GPS情報、空撮写真、衛星画像等	ha	実測	5年1回	100%	電子情報、記録写真	実地調査実施時にGPSを用いて実測する。
サンプルプロットの位置	GPS情報、地図等	緯度・経度	事前指定	5年1回	100%	電子情報、記録	GPSを用いて緯度・経度情報を実測し把握する。
胸高直径	サンプルプロットでの実測記録	cm	実測	5年1回	サンプルプロット対象の100%	電子情報、記録	サンプルプロット内の全ての樹種の胸高(地上部1.3m部分)直径を測定し、測定基準に基づいて実測する。
樹高	サンプルプロットでの実測記録	m	実測	5年1回	サンプルプロット対象の100%	電子情報、記録	サンプルプロット内の全ての樹種の樹高を測定し、測定基準に基づいて実測する。
木材密度	文献	-	推計	5年1回	-	電子情報、記録	
合計 CO ₂ 吸収量	プロジェクト活動	t-CO ₂	計算	5年1回	100%	電子情報、記録	全てのサンプルプロット及びカーボン・プールのデータについて計算を実施する。
土地所有形態	土地所有者の法的土地所有証明	-	-	5年1回	100%	電子情報、記録	-

3-3-2. 正味の現実 GHG 吸収量

モニタリングによる正味の現実 GHG 吸収量の計算は、方法論 AR-AMS0001/Version.06 の VI.「小規模新規植林/再植林 CDM における簡易モニタリング方法論」(Simplified monitoring methodology for small-scale afforestation and reforestation projects under the clean development mechanism) Net anthropogenic greenhouse gas removals by sinks、B「正味の現実 GHG 吸収量事後計算量」(Ex-post estimation of the actual net GHG removals by sinks)に従い計算を行う。

モニタリングトレーニングをうけたモニタリング担当者は、表 3.3.1 中の DBH (胸高直径 [cm])、 H (樹高[m])をモニタリングサンプルプロット内の全ての植林樹種に対して 5 年に一度計測を実施する。計測手法は事前調査で九州大学等と実施した手法を指導する予定でいる。得られた DBH 、 H から以下の手順で現実 CO_2 吸収量を計算する。

トチュウに関しては、事前調査で得られた式(25)、式(26)により、 DBH 、 H より地上部と地下部合計のバイオマス炭素蓄積量が計算できる¹⁵。

$$\text{Log } E_{(t)i} = 0.8602 * \text{log} (DBH^2 * H) - 0.8304 \quad (25)$$

$$N_{A(t)i} + N_{B(t)i} = \{0.001 * 600 * E_{(t)i}\} * 0.5 \quad (26)$$

ここで、

$E_{(t)i}$	t 時点における i 層のトチュウの地上部、地下部合計バイオマス量 [kg d.m.]
DBH	モニタリングで測定したトチュウの胸高直径 [cm]
H	モニタリングで測定したトチュウの樹高 [m]
0.001	単位換算係数 0.001[t/kg]
600	トチュウの植林密度(表 3.2.1 植林計画による) [本/ha]
0.5	乾燥バイオマスあたりの炭素含有量 [t C/t d.m.]
$N_{A(t)i}$	プロジェクト実施時、i 層における、t 時点のトチュウ地上部炭素量 [t C/ha]
$N_{B(t)i}$	プロジェクト実施時、i 層における、t 時点のトチュウ地下部炭素量 [t C/ha]

クロマツに関しては、前述同様式(27)~(30)で地上部、地下部バイオマス炭素蓄積量が計算できる。

¹⁵ 本式は仮推算式。H23年度更に調査を継続し論文となった場合は変更最新の式に差し替える予定でいる。

$$\text{Log } W_{(t),j} = 0.854859 * \log(\text{DBH}^2 * H) - 2.76574 \quad (27)$$

$$T_{(t),j} = 0.001 * 1,650 * W_{(t),j} \quad (28)$$

$$N_{A(t),j} = T_{(t),j} * 0.5 \quad (29)$$

$$N_{B(t),j} = \exp(-1.085 + 0.9256 * \ln T_{(t),j}) * 0.5 \quad (30)$$

ここで、

$W_{(t),j}$	計算より得られる j 層における、t 時点のクロマツ地上部バイオマス量 [kg d.m.] (クロマツ 1 本あたりの量)
DBH	モニタリングで測定したクロマツの胴高直径 [cm]
H	モニタリングで測定したクロマツの樹高 [m]
$T_{(t),j}$	プロジェクト実施時 j 層における、t 時点のクロマツ地上部バイオマス量 [t d.m./ha] (クロマツ単位植林面積あたりの量)
0.001	単位換算係数 $0.001[t/kg]$
$1,650$	クロマツの植林密度(表 3. 2. 1 植林計画による) [本/ha]
0.5	乾燥バイオマスあたりの炭素含有量 [t C/t d.m.]
$N_{A(t),j}$	プロジェクト実施時、j 層における、t 時点のクロマツ地上部炭素量 [t C/ha]
$N_{B(t),j}$	プロジェクト実施時、j 層における、t 時点のクロマツ地下部炭素量 [t C/ha]

以上より、式(31)、式(32)により正味の現実 GHG 吸収量が計算できる。

$$n(t) = \sum (N_{A(t),i} + N_{B(t),i}) + \sum (N_{A(t),j} + N_{B(t),j}) \quad (31)$$

$$N(t) = (\sum n(t) * A_{i,j}) / A_s * 44/12 \quad (32)$$

ここで、

$n(t)$	モニタリング結果から計算したモニタリングエリア内の i、j 層のバイオマス炭素全量 [t C/ha]
$N(t)$	プロジェクトバウンダリー内全 GHG 吸収量 [t CO ₂ -e]
i, j	モニタリング階層、i: トチュウ、j: クロマツ
$A_{i,j}$	各階層ごとのモニタリングエリア面積 [ha]
A_s	モニタリングエリア面積あたりのプロジェクトバウンダリー面積 [ha/ha]

3-3-3. モニタリング QA/QC 手順

本プロジェクトのモニタリング計画を遂行するために、以下の品質管理手順（QA/QC）の導入を計画している。

1). データと情報の収集

- モニタリング作業を始める前に、現場管理やモニタリングを担当する責任者、担当者を指定し、彼ら全員を対象にトレーニングプログラムを実施する。トレーニングプログラムにデータと情報収集やデータ分析の方法等が含まれる。彼らにデータと情報収集の手続きや重要性等を完全に理解してもらう。
- モニタリング調査を行う際に、モニタリングを担当する責任者、担当者全員は其々の項目のモニタリング時間、場所及び頻度等について良く理解し、モニタリング記録を正式な報告書として技術担当部署に提出しなければならない。技術担当部署はこれらのモニタリング報告書を確認する。

2). データのモニタリング、計測

- データ収集のため、全サンプルプロットの 15%を抽出する。
- モニタリング項目にサンプルプロットに含まれた木の位置、DBH 及び樹高が含まれる。
- 当初の測定データと再測定の測定データを比較し、2 つの測定結果の間の誤差を記録する。誤差が 5%を超えた場合、データ修正や誤差分析の報告が必要となる。
- 人為的な誤りを避けるため、分析と計算作業を行う前に各データをモニターしチェックする。疑問のあるデータに関しては、技術担当部署に提出し分析してもらう。
- データの文書化には電子媒体と紙媒体が含まれる。文書化が必要となるデータには、当初の測定データと報告書、プロジェクト活動による正味の吸収量を分析・推定するための計算フォーム、モニタリング報告書及びバックアップファイルが含まれる。

本プロジェクトの現地カウンターパートである河南省靈宝市天地科技生態株式会社は、1994 年からトチュウ栽培の試みを始め、栽培技術等がすでに確立されている。また、彼らは長年の経験を生かし、自社のトチュウ植林の作業システム、管理システムを開発し、インターネットによる自社 HP 等で情報公開に努めている。本プロジェクトを実施するにあたり、河南省靈宝市天地科技生態株式会社は、子会社を設立し、プロジェクト活動を管理する現場担当者を雇い、トレーニングを実施する予定である。

本プロジェクト実施による正味の GHG 吸収量をモニターするためには、本プロジェクトを管理する現場管理部署を設立する予定である。現場管理業務を遂行するスタッフに携帯

式 GPS、胴高直径測定器具、樹高測定器具、他の必要な道具を供給する。データの信頼性を確保するため現場管理部署は従業員や現場責任者の定期的トレーニングを実施する計画でいる。

3-4. 温室効果ガス削減量

本プロジェクトによる温室効果ガス削減量は植林による正味の人為的 GHG 吸収量となる。表 3.4.1 に温室効果ガス削減量を示す。

表 3.4.1 温室効果ガス削減量

Year	$ER_{AR\ CDM, t}$ [t CO ₂ -e/year]
2012	-604
2013	9,657
2014	14,405
2015	14,262
2016	14,230
2017	14,235
2018	14,264
2019	14,310
2020	14,367
2021	14,430
2022	14,494
2023	14,556
2024	14,611
2025	14,659
2026	14,698
2027	14,728
2028	14,749
2029	14,764
2030	14,771
2031	14,774
合計 GHG_e削減量	270,360

3-5. プロジェクト期間・クレジット獲得期間

3-5-1. プロジェクト期間

本プロジェクトのプロジェクト期間は 2012 年からの 60 年間を採用する。

本プロジェクトは現在、計画段階にあり、まだ開始されていない。プロジェクト開始日は、UNFCCC の規定に従い、「実際の投資開始日」をプロジェクト開始日とすることが求められている。そのため、設備発注日（設備発注契約日）、土木工事発注日（建設工事請負契約日）、銀行融資決定日（銀行融資契約日）及び土地賃貸決定日（土地賃貸契約締結日）等のうち、いずれ一番早い日付をプロジェクト開始日とすることになる。

3-5-2. クレジット獲得期間

吸収源 CDM プロジェクトのクレジット期間は下記 2 種類のタイプがあり、プロジェクト参加者が自由に選択できることになっている。トチュウは植林後の寿命が長く 100 年は継続して成長することが期待されるため、本プロジェクトは、クレジット獲得期間が 20 年、2 回更新可能（最長 60 年）のクレジット期間を選択する。

第 1 回目のクレジット獲得期間は、2012 年から 2031 年までの 20 年間である。2 回の更新を行うことにより 2071 年まで延長が可能となる。

- 1). 最大 20 年、2 回更新可能（最長 60 年）
- 2). 最大 30 年、更新なし

3-5-3. クレジット種類

吸収源 CDM のクレジット種類においては、COP9 では短期的な期限付きクレジット (*Temporary CER*, *tCER*) と長期的な期限付きクレジット (*Long-term CER*, *ICER*) という定義が定められた。それぞれのクレジットの特徴を表 3.5.1 に示す。どちらのクレジットもクレジットは失効し、失効前に補填の義務があるところは同じである。プロジェクト参加者はそのいずれかを選択することができるが、選択したクレジットの種類をクレジット期間中に変更することはできない。

本プロジェクトのクレジット種類は、短期的な期限付きクレジット (*Temporary CER*, *tCER*) を選択する。

表 3.5.1 tCER と ICER の特徴

短期クレジット(tCER)の特徴	長期クレジット(ICER)の特徴
発行した約束期間の次の約束期間末で失効する。	当該クレジット期間の終了時、または更新可能なクレジット期間が選択された場合は、当該プロジェクトの最終クレジット期間の最終日に失効する。
失効前に補填する必要がある。 補填に使用できるクレジットは、AAU ¹⁶ 、ERU ¹⁷ 、CER ¹⁸ 、RMU ¹⁹ 、t-CER。	失効前に補填する必要がある。 補填に使用できるクレジットは、AAU、ERU、CER、RMU、同じプロジェクト活動からの ICER。
クレジットの発行に、DOE による「モニタリング」、「検証」、「認証」が必要。プロジェクト開始時以降達成された吸収量に相当する tCER (絶対値) が毎回発行される。	クレジットの発行に、DOE による「モニタリング」、「検証」、「認証」が必要。前回検証・認証時点からの変化分に対してのみ ICER が発行される。吸収量が減少した場合は、補填しなければならない。

¹⁶ AAU：基準年排出量と数値目標から算出される総割当量

¹⁷ ERU：共同実施によって発行されるクレジット

¹⁸ CER：排出源 CDM によって発行されるクレジット

¹⁹ RMU：国内吸収源活動によるクレジット

3-6. 環境影響・その他の間接影響

3-6-1. 環境影響

本プロジェクトのプロジェクトバウンダリー内には工業企業や住宅地がほとんどなく、プロジェクト実施による住民の移転がない。このためエネルギー起源 CDM プロジェクトのようなプロジェクト実施による大気汚染、騒音被害、住民被害等の影響はほとんど発生しない。また現地調査の結果、対象地域の土壌、水資源及び環境状況がプロジェクト活動実施に有利であることがわかった。本プロジェクトの実施は、土壌流出が比較的深刻である劣化土地で植林活動を行うことで、対象地に森林資源を増やす環境効果をもたらす。そこで森林資源増加に伴う「生物多様性の保護」、劣化土地での植林活動による「土壌流出の抑制効果」による環境影響に着目し調査を実施した。

「生物多様性」とは「すべての生物（陸上生態系、海洋その他の水界生態系、これらが複合した生態系その他生息または生育の場いかなを問わない。）の間の変異性をいうものとし、種内の多様性、種間の多様性および生態系の多様性を含む」（地球サミット、リオデジャネイロ、1992）と定義されている。中国は生物多様性条約（*Convention on Biological Diversity*）の加盟国²⁰であり 2004 年に *China Species Red List*²¹ をリリースしている。生物多様性条約第 4 回国別報告書の中国の報告書²²によると、近年、中国政府や様々なタイプの利害関係者、国際機関からの支援によって大きな生態系保全活動が行われ、法律等の改正も行われているが、生物多様性リスクは増大している。図 3.6.1 は 1998 年から 2004 年での RLI（*Red List Index*）²³ の種の分類ごとの変化を示している。ほとんどの分類で生物多様性のダメージが大きくなっているのが分かる。また、急激な人口増加、それに伴う農業、工業の発達による険しい斜面上での耕作、森林資源の過剰な開拓は森林生態系の劣化や生物多様性の縮小を導き、図 3.6.2 に示すように 1999 年の退耕還林政策以降森林被覆面積の推移が頭打ちになっていることがわかる。

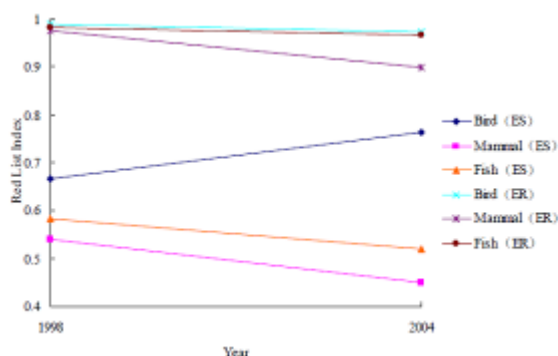


図 3.6.1 1998-2004 の RLI の分類ごとの変化

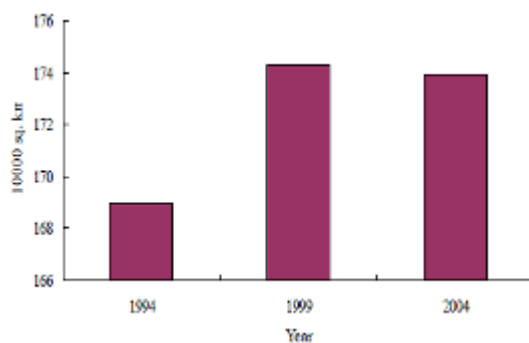


図 3.6.2 1994-2004 の砂漠地域面積推移

²⁰ 生物多様性条約締結国一覧 (<http://www.cbd.int/convention/parties/list/>)

²¹ Wang Song, Xie Yan: China Species Red List vol.1, Higher Education Press (2004)

²² China's Fourth National Report on Implementation of the Convention on Biological Diversity: Ministry of Environmental Protection, p51-71 (2008)

²³ 1: 絶滅の危険性なく保全の必要なし。0: 絶滅を示す。

トチュウ (*Eucommia ulmoides*) は国際自然保護連合 IUCN レッドリスト²⁴(ver2.3(1998))によると「準絶滅危惧種」に分類されている。レッドリストとは 1986 年に絶滅の恐れのある種や、個体数が減少している種を「絶滅」、「絶滅危惧」、「準絶滅危惧」等のランク付けを行いまとめたものである。これによれば、トチュウは現時点では絶滅危険度は少ないが、生息条件の変化によっては「絶滅危惧」に移行する可能性が高い種である。本プロジェクトの実施によるトチュウ森林域の拡大は「準絶滅危惧」種の種内の多様性の保護に貢献することが可能である。

本プロジェクトの実施場所は秦嶺山脈の東部に位置しており、中国では生物多様性が比較的豊富な地域である。1 級保護野生動物であるクロヅル、イヌワシ、オジロワシやトキ、キンシコウ等独特の稀少動物が生息しており、保護植物種であるセンセイモミ、フササクル、カツラ、ヤチダモやハクモクレン、イチョウ等の貴重な植物も生存している。植林プロジェクト活動は、対象地域の森林許容量を増やし、森林カバー率を引き上げることが可能である。現在、本プロジェクトの土地は劣化草地ではあるが、森林面積が増えることによって、野生動物の生息地の範囲が広くなり、生態系を改善できると思われる。また、植物の遺伝子には自分自身の力で関連する植物に移動することができる。このことは遺伝子フローと呼ばれている。花粉による遺伝子フローは風等の気象条件や土地利用、環境条件等の影響を受けやすい。広範囲の土地でトチュウを栽培することにより、トチュウの遺伝子フローが促進され、植生の生存能力が高まると予想される。このように本プロジェクト実施により、種間の多様性、生態系の多様性の保護に貢献することが可能である。さらに、本プロジェクトの実施により、地域住民の雇用機会が増え、収入が増える。この結果、生活のための薪炭採取、立木の乱伐・乱獲が減り、ひいては生息する動植物全般の保護が実現され間接的に生物多様性の保護に貢献することが可能である。

「土壌流出抑制」は環境改善効果の 1 つである。本プロジェクトの実施場所は河南省西部の水資源保護区に位置しており「土壌流出抑制」による水土保持が求められている。トチュウは広く深く根をはるため、土壌侵食リスクが低減され水土保持に好影響をあたえらる。これら環境影響効果を定量的に考察するために、植林による「土壌流出変化量」を数値化する指標について調査を実施した。「土壌流出変化量」の数値化には、一般的にアメリカ農務省が開発した土壌流亡予測式 (*USLE: Universal Soil Loss Equation*) が用いられている。日本国内では、「土地改良事業計画指針 農地開発」²⁵、「水質保全対策事業 計画設計の手引き」²⁶等、国が実施する農業農村整備事業に USLE が採用されている。USLE 式は以下に示すように、6 種類の係数の積から「土壌流出量」を数値化するものであり、長期間の平均的な土壌流出量を予測するために用いられている。

²⁴ IUCN(<http://www.iucnredlist.org/>)

²⁵ 農林水産省：「土地改良事業計画指針 農地開発 平成 4 年 5 月」(1992)

²⁶ 農林水産省：「水質保全対策事業 計画設計の手引き 平成 17 年 10 月」(2005)

$$A=R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

- A : 年間土壌流出量 [t/ha/year]
 R : 降雨係数 [MJ・mm/ha/h/year]
 K : 土壌係数 [t・h/MJ/mm]
 L : 斜面係数 [-]
 S : 勾配係数 [-]
 C : 作物係数 [-]
 P : 保全係数 [-]

佐田、町村ら²⁷は 2008 年に本プロジェクト計画地である当該地現地調査を実施し、水土保全効果の評価としてトウモロコシ畑から退耕還林によってリンゴ園、ハリエンジュ林、トチュウ林と 3 種の樹林地に転換した場合の年間「土壌流出量」を上記 USLE 式により評価している。それによると、2008 年の雨量観測に基づいた実測結果等から、USLE 式中、降雨係数 R は 543.58MJ・mm/ha/h/year、対象土地の土壌係数（褐土）K を 0.32t・h/MJ/mm、斜面係数 14.25 等となり、年間「土壌流出量」は、トウモロコシ畑が 86.8t/ha/y と最も大きく、以下リンゴ園が 34.7t/ha/y、ハリエンジュ林が 14.9t/ha/y、トチュウ林が 6.9t/ha/y と数値化し、退耕還林政策による耕地から樹林地への土地転換によって土壌侵食を低減でき、中でもトチュウ林の土壌保全効果が最も高いと数値化により予測している。この理由として、リンゴ園は約 15 年、ハリエンジュ林は約 30 年で更新または伐採を行うため、再植林後の数年間は土壌保全効果が低下するが、トチュウは長期間（100 年程度以上）伐採を行わないため、更新直後の危険期を短縮できるためとしている。また、トチュウは垂直根系であるため土壌深くに根をはり、土壌保持力が高いことも土壌保全効果が高い要因と考えられる。

本プロジェクトに本研究手法を応用可能であると考えられる。具体的には、植林サイト 3 ヶ所のモニタリングサイトに年間雨量測定観測所を設置し、降雨係数 R を実測し、植林サイト 3 ヶ所のモニタリングサイトの土壌係数 K、斜面係数 L、勾配係数 S を現地調査、GIS 調査等で算出し、佐田、町村らと同様の作物係数 C、保全係数 P を使用することで「土壌流出量」を算出可能である。各モニタリング年度にこれら定数を算定することでプロジェクト実施期間中の「土壌流出量」が算定可能となる。

例として、本プロジェクトのベースライン状態がプロジェクト実施期間 60 年間で継続したとすると、2008 年の佐田、町村らの計測した降雨係数 R 等が 60 年間変化なしとすれば、「土壌流出量」は、23,000t/ha/60year と算出でき、トチュウ植林を実施した場合 6.9t/ha/year*60year=514t/ha/60year となり、本プロジェクトの実施により 60 年間のあいだで 45,586 t/ha/60year の「土壌流出」を防ぐことが可能となることがわか

²⁷佐田忠行、町村尚、田中大士、蘇印泉、張景群、小林昭雄、「多目的バイオマス利用による環境改善および社会的効果—中国黄土高原におけるポテンシャル評価—」、環境技術、vol139、No9、p37-44(2010)

る。以上は環境影響の好影響に関する考察であるが、一方、本プロジェクトの実施による環境リスクには、植林活動による病虫害の発生、火災及び農薬汚染等の問題が挙げられる。

3-6-2. 社会的影響

一定規模のトチュウ栽培を行うことにより、トチュウ種、トチュウ茶等の生産規模拡大、商業生産が実現される。トチュウは医薬原材料となるため、関連して医薬品、化学業界及びその他関連する事業の発展が期待される。また、栽培作業及びその後の森林管理には労働力が必要となる。本プロジェクトは広大な土地で植林活動を行うため、低所得層の地域住民に多くの雇用機会を提供できる。地域の余剰労働力を活用することによって、地域住民の収入を増加させるとともに、地域社会経済を安定させる効果もある。

河南省靈宝市科技生態株式会社は、樹木の高い生存率と林産品の優良品質を確保するため、植林技術の向上により多く投資すると思われる。そのため、本プロジェクトが劣化土地での植林活動のモデル事業になることが期待される。また、現場責任者・担当者を対象としたトレーニングプログラムや、長年に積み上げてきた植林や森林管理の経験を地元の労働者に伝授し、地元労働者の植林・造林技術のスキル向上に貢献することが期待される。

3-7. 利害関係者のコメント

本プロジェクト実施対象地域の県や村落を対象に対面及び調査票に基づく調査を行い、利害関係者のコメントを収集した。実施した主な手順は以下の通りである。

1). ワーキンググループの設立

利害関係者のコメントを調査するため、ワーキンググループを立ち上げた。ワーキンググループには、森林関連の専門家や、地方行政関係者、地域住民の代表者及び植林分野の技術専門家等が含まれている。

2). 利害関係者コメント募集の公告

ワーキンググループの担当者は、吸収源 CDM プロジェクト組成及びその必須条件を簡略的に紹介するパンフレットやポスターを印刷した。パンフレットの中には、本プロジェクトの実施に起因する可能性の高い環境的影響や社会的影響に関する説明が含まれている。

3). インタビューと情報収集

調査担当者は本プロジェクト実施対象地域のすべての県や村を対象にインタビューを実施し、村の担当者や村民よりインタビュー対象を任意に抽出し調査した。調査担当者は、調査の際に本プロジェクトを吸収源 CDM に組成することを簡単に紹介し、彼らのコメントや意見、提案について確認し、彼らの発言内容を記録した。すべての利害関係者のコメントを完全に把握するため、事業実施地域内の村落にメッセージボッ

クスが設置されている。

4). ステークホルダー・ミーティングの開催

河南省靈宝市科技生態株式会社は、ステークホルダー・ミーティングを開催する 1 カ月前にアナウンス公告を実施した。ワーキンググループの担当者はステークホルダー・ミーティングに参加するよう、県/村の代表者や林関連の専門家及び技術専門家に呼びかけた。また、担当者はプロジェクトの詳細やプロジェクトに起因する環境的影響や社会的影響について住民に説明し、住民に意見を求めた。ステークホルダー・ミーティングの要領は 2-4-2 記載のとおりである。ミーティング実施後、担当者は会議の実施過程等を記録し、参加者全員サインを取得し、議事録として保管した。

ステークホルダー・ミーティングに参加した地方政府担当者や村民代表者により寄せられた主なコメントは以下の通りである。

- 植林プロジェクトの実施により地域住民に対する雇用機会の増加が期待される。(村民代表)
- 地域住民は植林プロジェクトへの参加を希望している。プロジェクトへの参加を通じ、植林及び林業経営に関する知見やノウハウを得られ、地域住民による小規模林業事業の推進、展開が期待される。(村民代表)
- 地域住民の収入が増えると同時に地域政府の税収も増え、地域全体の経済性の改善が期待される。(行政担当者)
- 植林プロジェクトの実施により、森林面積が増え、森林カバー率が高くなり、干ばつや洪水災害等自然災害の発生を抑制でき、自然災害による既存の耕地への悪影響を防止することが期待される。(行政担当者)

調査表の集計の結果、320 部の利害関係者向け調査票を配布し、303 部の有効な回答を回収した。これらの回答を用いて、統計分析を行い、利害関係者調査を実施した。調査の結果、有効回答者のうち 268 名の利害関係者(全体の 88.45%)が本プロジェクトの実施を支持し、どちらでもない中立意見が 35 名、反対意見はないことが分かった。ほとんどの利害関係者は、本プロジェクトの実施が地域の社会的発展や環境状況の改善に有利であることに同意する結果となった。

一部の地域住民からは、粉じんの発生(8.20%)や廃棄物汚染(2.31%)による環境汚染問題を懸念している。本プロジェクトの参加者は、本プロジェクトを実施する際には、粉じんの発生や廃棄物汚染による環境汚染問題を抑えるための対策を講じるとともに地域住民への説明が必要であると考えた。

3-8. プロジェクトの実施体制及び実施スケジュール

3-8-1. プロジェクトの実施体制

本プロジェクトの参加者主体は、日立造船株式会社と河南省靈宝市天地科技生態株式会社である。

日立造船株式会社は、本プロジェクトのクレジットバイヤーであり、現地カウンターパートである河南省靈宝市天地科技生態株式会社との調整、連絡、諸計画策定、PDD 作成に必要なデータの調達、国連事務局との連絡窓口、必要に応じて資金の提供等を担当する。また、日本政府承認レター取得手続き、DOE の選定、大学との学術協力窓口も合わせて担当する。

河南省靈宝市天地科技生態株式会社は、ホスト国プロジェクト参加者であり、クレジットの日立造船株式会社へのセラーである。該社は、プロジェクト投資やトチュウの栽培、植林事業の実施、管理、モニタリング等を行い、中国政府承認レターの取得、所在地の地方政府、林業管理当局、林業設計院等との連絡、情報収集、現地調査対応、有効化審査受審等を担当する。

株式会社スマートエナジーは全般のコンサルティングを実施し、PDD 作成支援、日中両国承認レター取得支援、DOE 選定助言等を実施する。また、今後の有効化審査受審、国連登録審査対応支援等も担当する予定である。

さらに、九州大学、大阪大学及び中国西北農林科技大学はトチュウの炭素吸収量、生物多様性、環境影響調査等を日立造船株式会社と共同で実施し、データ解析、論文報告等を実施し、学術面での支援、協力を継続して実施する予定である。

本プロジェクトの実施体制図は下記図 3.8.1 の通りである。また、各プロジェクト参加者の役割は表 3.8.1 の通りである。

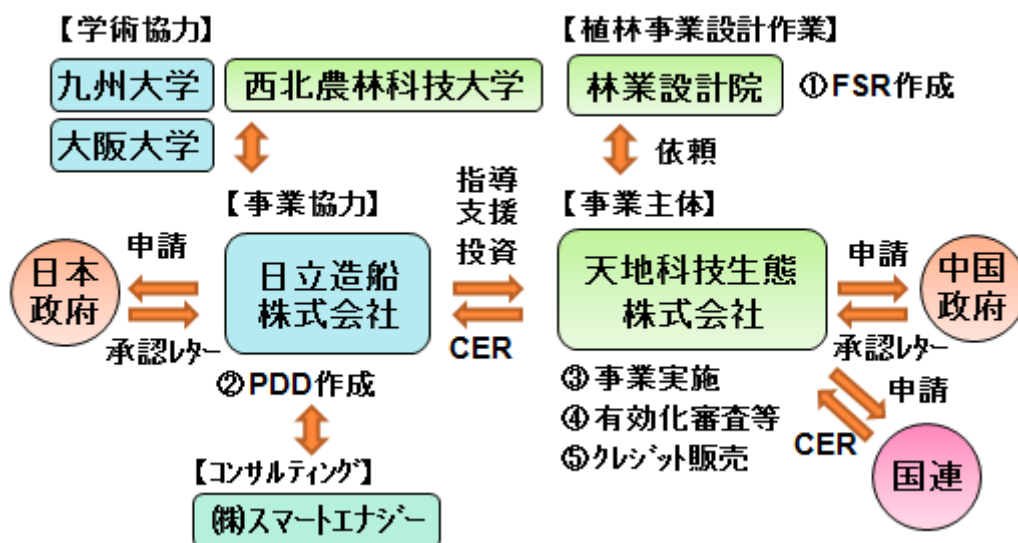


図 3.8.1 想定されるプロジェクト実施体制図

表 3.8.1 プロジェクトに関する各関係者の役割

関係各社	主な役割
日立造船株式会社	<ul style="list-style-type: none"> ● プロジェクト参加者 (GER 買い手)、吸収源 CDM プロジェクトの統括者。国連事務局との連絡窓口。 ● プロジェクト開発や有効化審査受審に必要な資金の提供。 ● 中国側カウンターパートとの調整。 ● 日本政府承認レターの取得。 ● DOE の選定。
株式会社スマートエナジー	<ul style="list-style-type: none"> ● PDD の作成支援。 ● 日本政府・中国政府承認レターの取得支援。 ● DOE 選定に関する助言。 ● DOE による有効化審査の受審支援。 ● 国連登録審査の対応支援。
河南省靈宝市 天地科技生態株式会社	<ul style="list-style-type: none"> ● 中国側カウンターパート、プロジェクト参加者 (GER 売り手)、中国側の連絡・対応窓口。 ● PDD 作成に必要となる情報、資料等の提供。 ● 中国政府承認レターの取得。 ● 地方政府・地域住民との調整。 ● 植林プロジェクトの実施、管理、運営等。
地方発展改革委員会、林業局、 土地資源局等地方政府当局	<ul style="list-style-type: none"> ● PDD 作成に必要となる森林データ、土地管理資料等情報の提供。 ● 中国政府承認レター取得に必要となる各種許認可の提供。 ● 地域住民との調整。 ● 必要に応じ、DOE による有効化審査の受審支援。
国家又は地方林業設計院	<ul style="list-style-type: none"> ● PDD 作成に必要となる森林データ、土地管理資料等情報提供、助言。 ● 必要に応じ、DOE による有効化審査の受審支援。
九州大学・大阪大学・中国西北 農林科技大学	<ul style="list-style-type: none"> ● トチュウの炭素吸収量、生物多様性、環境影響調査等学術データの収集、論文作成、情報の提供、助言。

3-8-2. プロジェクトの実施スケジュール

本 CDM 実現可能性調査が終了後、日立造船株式会社と現地カウンターパートは 2011 年秋までにプロジェクト実施に関わる諸問題について検討・交渉し、資金を調達し、実施体制等を整える。同時に、スマートエナジーは DOE の選定や日中両国政府 LoA 取得のための準備等を行い、本プロジェクトの CDM 組成作業を進める予定である。トチュウの植林工事は 2011 年秋から周辺のインフラ整備工事を実施し、植林の実施は、2012 年春から開始する予定である。

CDM 実現可能性調査を含め、本プロジェクトの実施スケジュールは下記表 3.8.2 の通りである。

表 3.8.2 想定されるプロジェクト実施スケジュール

担当	作業内容	2010年度						2011年度						2012年度																								
		8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月					
日立造船・スマートエナジー	CDM実現可能性調査	■	■	■	■	■	■	■																														
日立造船・中国側カウンターパート	植林事業の各種事前準備								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																				
	植林事業の実施																		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
日中両国プロジェクト参加者・スマートエナジー	1) PDD(英語)作成	■	■	■	■	■	■	■																														
	2) 有効化審査受審											■	■	■	■	■	■	■																				
	3) PDD(中国語)作成											■	■	■																								
	4) 中国政府LoA取得														■	■	■	■																				
	5) 日本政府LoA取得														■	■	■	■																				
	6) 国連登録申請																																	★				
DOE	有効化審査											■	■																									
	1) 書類審査											■	■																									
	2) 現地審査												■																									
	3) 報告書作成・登録申請														■	■	■	■																				
国連登録審査	完全性チェック																																	■	■	■	■	
	国連による登録審査																																		■	■	■	■
	AR-CDMとして国連登録																																		★			

3-9. 資金計画

総投資金額は 3764.5 万元(5 億 2,703 万円,@14 円/1 元) であり、その内建設用資金 3495.9 万元、このうち 50%を銀行借入として貸付利息 6.14%とすると建設期間金利合計 163.9 万元、また流動資金 104.7 万元を想定している。河南省靈宝市天地科技生態株式会社の調達資金は 2,016.7 万元(プロジェクト総投資金額の 53.6%)、銀行借入が 1,747.9 万元(同 46.4%)となる。しかしながら、事業者である河南省靈宝市科技生態株式会社の自己資金調達、銀行借入等が困難となった場合、国際的補助金、政府補助金の活用、カウンターパートである日立造船株式会社による資金調達も検討することになる。

3-10. 経済性分析

3-10-1. プロジェクトの初期投資

本プロジェクトの経済性分析は、中国国家発展改革委員会と建設部が公表した「建設プロジェクトにおける経済性評価に関する方法及びパラメーター(version 03)」に従い実施している。分析に使用した基礎データは、中国国家林業局調査企画設計院が作成した FSR(Feasibility Study Report : フィージビリティスタディ報告書)の記載データを使用している。原材料費(苗木購入コスト等)や人件費、及びインフラ整備に必要な各種機器の費用は、植林対象地域の市場価格と公表データ(インターネットデータ等)に基づき算定されている。

表 3.10.1 に FSR による投資コスト一覧表を示す。表より、本プロジェクトの初期投資には、植林コスト、インフラ整備のための基礎施設工事費用、その他経費及び予備費が含まれており、合計 3,496 万元(約 4 億 8,944 万円,@14 円/1 元) となっている。

植林コストは、整地、植林用の苗木穴掘り、植樹、苗木栽培、給水及び施肥等植林作業のための人件費、及び原材料費(苗木)、原材料費(肥料)からなっている。植林コスト人件費と原材料費(苗木)、(肥料)内訳を表 3.10.2、表 3.10.3、表 3.10.4 にそれぞれ示す。トチュウは栽培技術を要し、整地、苗木穴、給水、施肥等にかかる人件費がクロマツに比べて高くなっている。人件費はトチュウ、クロマツでそれぞれ 1,445 万元(2 億 230 万元, @14 円/1 元)、66 万元(924 万円, @14 円/元) を占めている。また、原材料費をみるとトチュウの苗木は 3.2 元/1 本に対して、クロマツは 0.6 元/1 本とトチュウの苗木購入代が 5 倍以上高いことがわかる。植林面積は、トチュウが 1,530ha、クロマツが 170ha、植林密度はトチュウが 600 本/ha、クロマツが 1,650 本/ha であり、苗木原材料費としてそれぞれ 293 万元(4,102 万円, @14 円/1 元)、16 万元(224 万円, @14 円/1 元) を占めている。また、トチュウの肥料は 1.2 元/kg に対して、クロマツは 1 元/kg であり、植林面積はトチュウが 1,530ha、クロマツが 170ha であるから、肥料原材料費としてそれぞれ 550 万元(7,711 万円, @14 円/1 元)、15 万元(221 万円, @14 円/1 元) を占めている。総植林コストは約 2,389 万元(約 3 億 3,446 万円,@14 円/1 元) を要し、初期投資総金額の約 68.34% を占める。

基礎施設工事コストには、植林用のメイン道路、生産用道路建設、灌漑用施設のポンプ

購入、施設、配管、電気工事、現地管理事務所、倉庫等インフラ整備のための建設費、農業用三輪車、輸送用車両、火災防止器具、病害、虫害予防器具、研究調査、情報管理システム（PC等）購入費用、その他備品購入費が含まれ、約340万円（約4,760万円,@14円/1元）を要し、初期投資送金額の約9.73%を占める。

表 3.10.1 プロジェクト建設コスト一覧表

建設コスト概算表								
単位：万円								
番号	項目	単位	単価 (元)	数量 工程数	合計	建設・取付 工事費	設備 購入費	その他 経費
1	新規植林プロジェクト				2,389.4			
1.1	新規植林費(トチュウ)	1/15 ha	998	22,950	2,290.4			2,290.4
	そのうち 人件費	1/15 ha	630	22,950	1,445.9			
1.2	新規植林費(クロマツ)	1/15 ha	388	2,550	98.9			98.9
	そのうち 人件費	1/15 ha	260	2,550	66.3			
2	基礎施設工事				340.2			
2.1	道路				64.8			
	メイン道路	km	30,000	20	60.0	60.0		
	生産用道路	km	2,000	24	4.8	4.8		
2.2	灌漑施設				95.0			
	ポンプ施設	セット	250,000	3	75.0	75.0		
	配管等	m	20	10,000	20.0	20.0		
2.3	電気工事				5.1			
	変圧器	台	17,000	3	5.1		5.1	
2.4	現地管理事務所	m ²	900	560	50.4	50.4		
2.5	保管施設				32.0			
	倉庫	m ²	700	400	28.0	28.0		
	乾燥設備	セット	10,000	4	4.0		4.0	
2.6	交通輸送				31.2			
	農業用三輪車	台	12,000	6	7.2		7.2	
	輸送用車両	台	80,000	3	24.0		24.0	
2.7	生産器具	セット	200	420	8.4			8.4
2.8	生活器具	セット	25	1,600	4.0			4.0
2.9	火災防止器具				6.3			
	巡視用オートバイ	台	8,000	3	2.4		2.4	
	携帯電話	台	2,000	6	1.2		1.2	
	消火設備	セット	1,800	15	2.7		2.7	
2.10	病害・虫害予防器具				11.0			
	予防保護室用設備	セット	50,000	1	5.0		5.0	
	予報・報告用設備	セット	5,000	12	6.0		6.0	
2.11	研究調査システム				20.0			20.0
2.12	情報管理システム				12.0		12.0	
3	その他経費				553.0			
3.1	土地賃貸料	1/15 ha	140	25,500	357.0			357.0
3.2	初期設計書作成費				50.0			50.0
3.3	環境影響評価報告書作成費				30.0			30.0
3.4	建設期間管理費				80.0			80.0
3.5	工事管理監督費				24.0			24.0
3.6	検査費				12.0			12.0
4	予備費				213.4			
4.1	基礎予備費				98.5			98.5
4.2	物価上昇予備費				114.9			114.9
	合計				3,496.0	238.2	82.0	3,175.8

表 3.10.2 植林人件費

樹種	人件費 [Yuan ²⁸ /ha]	植林面積 [ha]	小計 [10,000Yuan]
トチュウ	9,450	1,530	1,445
クロマツ	3,900	170	66

表 3.10.3 植林原材料費（苗購入費用）

樹種	単価 [Yuan/tr]	数量 [tr/ha]	原単位 [Yuan/ha]	植林面積 [ha]	小計 [10,000Yuan]
トチュウ	3.2	600	1,920	1,530	293
クロマツ	0.6	1,650	990	170	16

表 3.10.4 植林原材料費（肥料購入費用）

樹種	単価 [Yuan/kg]	数量 [kg/ha]	原単位 [Yuan/ha]	植林面積 [ha]	小計 [10,000Yuan]
トチュウ	1.2	3,000	3,600	1,530	550
クロマツ	1	930	930	170	15

その他経費の主なものに土地の賃貸料が含まれる。中国の土地所有権は中国人民政府が有しており、現在では政府が地元の地主個人に土地の賃借権を設定し 70 年間の賃借契約としている。本プロジェクト対象土地の賃借権は、現在のところ地域住民の複数名義の賃借契約となっている。河南省靈宝市天地科技生態株式会社は本プロジェクトが実施される場合、現在の土地所有者から一括で賃借名義を変更する意向を示している。賃借料は 1 ㍍(約 1/15ha)あたり 1 年間で 2 元/1 年/1 ㍍であり、70 年の賃借契約で 140 元/70 年/1 ㍍となっており本金額が賃借契約更新時に必要となる。本プロジェクト対象土地は 25,500 ㍍(1,700ha)であり賃借料は 357 万元(4,998 万円,@14 円/1 元)となり、初期投資総金額の 10.2%を占めている。土地の賃借料以外のその他経費は、本プロジェクトの初期設計書や環境影響評価報告書の作成費、植林期間中の管理費及び工事管理監督費、検査費、予備費が含まれる。さらに、プロジェクト実施時の突発事項の発生可能性や物価上昇等の要素を考慮し、一定の比率の基礎予備費及び物価上昇予備費が見積もられている。その他経費の総額は約 553 万元(約 7,742 万円,@14 円/1 元)となり、初期投資総金額の約 15.8%を占める。

3-10-2. プロジェクト活動による収益

本プロジェクトの主な収入源はトチュウ葉等売却収入である。トチュウ葉等は 5 年目から収穫できるようになり、生産量が約 150kg/ha/year である。その後、収穫量が年々増加し、15 年目になると全盛期の 1,500 kg/ha/year になる。2010 年現在のトチュウ葉等の販売価格は約 10.8 元/kg であり、5 年目で約 247 万元/year(約 3,470 万円/y,@14 円/1 元)、15 年目以降で約 2,478 万元/year(約 3 億 4,700 万円,@14 円/1 元)の収益をあげられる。

²⁸ Yuan=元

本プロジェクトを成功裏に吸収源 CDM に登録をした場合、クレジット売却による収入は重要なインセンティブになる。クレジットの売買価格は、今後プロジェクト参加者の間で交渉・決定されるが、10US\$/t-CO₂で売買する場合は、年平均 135,180US\$/year(約 1,108 万円/y,@82 円/1US\$)の収益が得られることになる。

プロジェクト活動収益は、主にトチュウ葉等販売収益とクレジット販売収益のみである。

3-10-3. プロジェクト実施後の管理コスト

本プロジェクト実施後には森林の管理コストが必要となる。管理コストには、管理費（人件費、福利厚生費等を含む）、トチュウ葉等収穫費、販促コスト及びその他経費が含まれる。表 3.10.4 に樹種別管理費用を示す。トチュウは植栽作業完了後 3 年間、比較的管理コストが高くなる傾向がある。管理費は植林後 1～3 年目で年平均約 263 万元(約 3,682 万円,@14 円/1 元)、4 年目以降で年平均約 145 万元(約 2,030 万円,@14 円/1 元)となる。植林後数年間は収益が期待できず植林維持管理を継続していく必要があることがわかる。

表 3.10.5 樹種別管理費用

苗種類	1～3 年目			4 年目以降		
	単価 [Yuan/ha /y]	数量 [ha]	小計 [10,000Y uan/y]	単価 [Yuan/ha /y]	数量 [ha]	小計 [10,000Y uan/y]
トチュウ	1,650	1,530	252	910	1,530	140
クロマツ	645	170	11	315	170	5

3-11. 追加性の証明

3-11-1. プロジェクトのバリア分析

追加性の証明においては、CDM 理事会が承認した「追加性の実証及び評価のためのツール」に基づき、バリア分析の手法を使用する。本プロジェクトを吸収源 CDM として進めずに実施しようとする場合、以下のようなバリアがある。

1). インベストメントバリア

前述の表 3.10.2 植林人件費、表 3.10.2 植林原材料費（苗購入費用）及び表 3.10.3 植林原材料費（肥料購入費用）で示された通り、同じ地域で栽培されている樹木と比べ、トチュウの単位面積あたりの初期投資額は高く、一般的樹種の 3 倍近くの投資を要する。また、プロジェクト実施後の管理コストにおいても、「表 3.10.1 プロジェクト建設コスト一覧表」に示される通り、トチュウは一般的樹種より森林管理コストが高い。また、トチュウ葉等が収穫できるまで長い年月がかかり、表 3.10.4 に示すようにトチュウ葉等の収益物が得られるまでの管理費用が高くなる特徴がある。

また、トチュウは経済的価値の高い樹木の一つとされ、樹皮が中国では薬用に珍重されてきた。しかし 1980 年代から 90 年代にかけて、多く植樹されたため、近年薬用

トチュウの市場価格は需給バランスが崩れ、供給過多に陥っており値段は低下傾向にある（市場調査によれば、需要量 2,500 トンに対し、供給量は 3,500 トンに達している）。また、トチュウの薬用樹としての需要は、樹皮の採取が 20 年生から 25 年生のトチュウからのみ可能であることから、新規に植林を開始しても樹皮の回収には年月がかかり収益をもたらすことは考えにくい。

また、トチュウ葉等は薬用の需要もあり、育成後 5 年後程度のものから採取が可能となる。山間部ではトチュウ栽培に要する人件費が高いため、トチュウ葉等に着眼した場合でもその経済的回収は長く、収益が十分に得られるものではない。そのため、投資回収年数が長くなり、本プロジェクトの場合、計画値では、投資回収に 14 年以上を要すると考えられている。

本プロジェクトの実施地域は、農業が主要産業であり、農民の年間平均収入は比較的安く、主に農業生産によるものである。農民の所得が低いため、植林事業に投資する資金がなく、また、銀行融資の機会も少ないため、投資回収年数の長い植林プロジェクトが経済的に魅力のある事業ではないため、投資する企業、または融資を提供できる金融機関がほとんどない。

2). 技術的バリア

本プロジェクトの実施予定地は急峻な山間部に位置しており、植林が難しいだけでなく、苗木の活着率が著しく低い地域である。既述の通り、この点については既に様々に試みが行われてきたが、成功に至る実績が比較的少ない。

3). 一般慣行バリア

本プロジェクトの実施予定地は、長きに亘り鉱工業を中心として発展した地域であるため、植林事業を積極的に取り組む企業が少ない。また、植林・営林技術を持つ人材が少なく、またこれらの人材を潤沢に雇用することも困難である。したがって、本事業を円滑に実施するための人材を確保することが難しい。

以上、述べるように河南省靈宝市天地科技生態株式会社を中心に実施される本プロジェクトの取組みは、社会的・技術的課題を乗り越えることが期待されると同時に、排出権の売却収入により投資のバリアを乗り越えることが期待される。

本プロジェクトの実施地への植林事業の展開には、外部からの資金供給及び人材供給が不可欠である。

3-11-2. プロジェクトの内部収益性

本プロジェクトの実施場所は辺鄙な場所にあり、インフラ整備が遅れている。植林事業を開始するにはインフラ整備が必要であり、初期投資コストが高くなってしまふ。吸収源

クレジットの売却収入による追加的インセンティブがない場合、投資回収に長い年月のかかる植林事業に必要な初期投資を募ることは困難と思われる。

中国では、林業プロジェクトにおける内部収益率のベンチマークが 8%である。本プロジェクトの場合、クレジットの売却益がない場合、プロジェクトの内部収益率が 5.94 % (税引き後) であり、国の定めたベンチマークより低い。一方、クレジット売却益がある場合、内部収益率が次のように改善される。

- クレジット売却なし : IRR=5.94%
- tCER=5US\$/t-CO₂で売却時 : IRR=6.91%
- tCER=10US\$/t-CO₂で売却時 : IRR=7.88%

従って、本プロジェクトを吸収源 CDM に組成し、国連登録を果たすことによって、プロジェクトの経済性が改善し、金融機関からの融資を取得する可能性が高くなると思われる。また、吸収源クレジットの売却益により、その後の植林基地維持管理に必要な資金を確保できるため、プロジェクトの実施可能性、継続性が高くなると思われる。

3-12. 事業化の見込み

事業化にあたっての最大の課題は資金問題である。河南省靈宝市天地科技生態株式会社は自己資金による資金調達、銀行貸付による資金調達等が進まない可能性がある。その場合は、国際的補助金、緑化基金等の活用、あるいは日立造船株式会社からの出資等を検討する必要がある。最大の課題である資金調達問題が解決すれば本プロジェクトの事業化は計画通り進行すると思われる。

第 4 章 有効化審査

本プロジェクトは有効化審査をまだ実施していない。現在は、下記計 17 社の DOE が吸収源 CDM の審査資格を有している。

- 日系審査機関 : JQA、JACO CDM、JMA
- 非日系大手審査機関 : DNV、TUV-SUD、SGS、BV、TUV Rheinland Japan
- KEMCO、RINA S.p.A、EMC (Environmental Management Corp.)、ICONTEC (Colombian Institute for Technical Standards and Certification)、Ernst & Young Associates France、SQS (Swiss Association for Quality and Management Systems)

排出源 CDM と比較して、吸収源 CDM の登録数が極めて少なく、審査実績のある DOE が少ない。登録された 18 件のうち、TUV-SUD が 11 件、JACO CDM が 4 件を審査しており、審査大手の BV が 2 件、SGS が 1 件を審査している。表 4.1 に吸収源 CDM プロジェクトの DOE ごとの登録状況の一覧を示す。

表 4.1 吸収源 CDM プロジェクトの DOE ごとの登録状況

登録番号	登録日付	DOE	プロジェクトタイトル
547	2006 年 11 月	TUV-SUD	中国広西省流域管理のための再植林促進プロジェクト
1948	2009 年 1 月	SGS	モルドバ土壌保全プロジェクト
2345	2009 年 3 月	TUV-SUD	インド Sirsa, Haryana における小規模協同組合新規植林 CDM パイロットプロジェクト
2363	2009 年 4 月	JACO CDM	ベトナム Cao Phong 地方再植林プロジェクト
2241	2009 年 6 月	BV	インドアンドラプラデシュ州における劣化土地での再植林プロジェクト
2510	2009 年 6 月	JACO CDM	ポリビア熱帯地域における再植林プロジェクト
1578	2009 年 8 月	JACO CDM	ウガンダナイル流域再植林プロジェクト No.3
2694	2009 年 9 月	TUV-SUD	パラグアイにおける低所得者組合による耕作地と草原での再植林プロジェクト
2700	2009 年 11 月	TUV-SUD	ブラジルにおける産業用再生可能資源木材供給のための再植林プロジェクト
2715	2009 年 11 月	TUV-SUD	中国四川省北西部における劣化土地での再植林プロジェクト
2712	2009 年 12 月	JACO CDM	エチオピア南西部 Humbo Wored の山岳地帯で実施される再植林プロジェクト
2714	2010 年 1 月	TUV-SUD	ペルーにおける再植林、持続可能な生産及び炭素固定プロジェクト
3000	2010 年 1 月	TUV-SUD	インドタミル・ナードゥ州における国際小規模植樹プログラム(TIST)
2996	2010 年 4 月	TUV-SUD	Chinchina 川流域における植林プロジェクト(市や地域における環境的・生産的代替手段)
3338	2010 年 5 月	TUV-SUD	チリ・菌根接種を使用する Nerquihue 小規模 CDM 植林計画
2569	2010 年 7 月	TUV-SUD	ブラジルにおける工業用木材供給の再生可能資源としての再植林プロジェクト
3561	2010 年 9 月	TUV-SUD	広西省北西部の劣化土地での再植林プロジェクト
3845	2010 年 12 月	BV	劣化した大規模放牧地におけるポスコウルグアイ造林プロジェクト

(UNFCCC 公表データ)

本プロジェクトは、2011年10月よりDOEを選定し、有効化審査を受審する準備を行う予定である。DOEとしては、現在吸収源CDMの有効化審査の実施経験や登録実績のある日本国内のDOEであるJACO CDMを候補として考えている。

第5章 コベネフィットに関する調査結果

プロジェクト実施によるホスト国における環境汚染対策等と温暖化対策の「コベネフィット」の実現に関しては、植林事業の特性上、「コベネフィット定量評価マニュアル」に基づく評価は困難であるが、森林が回復することによる「土壌流出変化量」の数値化、「生物多様性」への貢献について調査を実施しており、これらの調査結果については前述の環境影響調査結果の項に記載している。

第6章 持続可能な開発への貢献に関する調査結果

中国では黄河流域、長江流域で広く土壌流出による農耕活動、生産活動の阻害が報告されており、日本からも小渕基金等の創設を通じ、砂漠化した地域等の緑化活動が積極的に支援されている。これら砂漠化に至るような著しい森林の喪失を抑制するには、植林実施地域の住民に高いインセンティブを付与し、住民自身が森林保護活動に動員されることが期待される。多くの植林活動において、植林が実施されたのち、地元住民の支援が得られなかったことにより持続的な森林管理ができない等の事例が散見される。本プロジェクトはこうした過去の事例に鑑みて、森林管理を委ねるだけでなく、林産物、副産物を積極的に共有することにより住民にとっての森林保護インセンティブを創出しようとする試みであることが特徴である。その高付加価値化技術自身も、プロジェクト参加者が供与することにより事業管理を一体化する事が期待され、林産物の活動の方向性として、参考とされる事例を提供することができると思う。

また、本事業は非エネルギー起源CO₂削減事業であるため、「技術の普及」を図るものではないが、植林事業及びその管理手法の提供に加え、副産物の製造技術の提供を組み合わせることにより事業の高付加価値化を図ることに特徴がある。本プロジェクトサイトの特定についても日立造船株式会社が行ったことから、地元住民、村落との密接な関係構築の下、総合的に技術移転を実施する事例となることが期待される。

本プロジェクトの実施は、以下のような形でホスト国である中国の持続可能な開発に資すると考えられる。

- 第一に、本プロジェクトの主要栽培樹種はトチュウであり、トチュウは対象地域の原生樹種であり、対象地域の気候、土壌、水環境等自然状況を適応できる。黄河中、下流域の土壌流出が著しい地域に樹木を植林することにより土壌流出を防ぎ、水害等に悩まされる地域の被災リスクを低減し、安定した農耕活動が実現することが期

待される。

- 第二に、日立造船株式会社は長年、トチュウ種子からゴム等より付加価値の高い生産物を得るための研究開発を行っており、2010年にトチュウゴム生産技術開発を成功させた。現段階では研究開発段階ではあるが、今後用途開発等によりトチュウゴムに経済的価値をもつことが期待されている。栽培されるトチュウは木材としての価値を有するだけでなく、トチュウ種子からのトチュウゴム生産事業の実施により、対象地域農村地帯における経済効果の改善が期待される。
- 第三に、本プロジェクトは小規模吸収源 CDM プロジェクトであり、対象地の低所得層のコミュニティがプロジェクトに関与することは条件となっている。コミュニティによるプロジェクトへの関与方法については以下のように考えている。
 - 植林対象地のコミュニティの担当者を招き、社外監査役又は社外役員に就け、プロジェクトの管理責任者の一員として、役員会に席を設け、植林管理や運営に関する助言や意見等を提供してもらう。
 - 栽培や森林管理の関連知識等に関する研修会を定期的を開催し、地域住民を対象とするトレーニングを実施し、農民に栽培や病虫害病虫害予防、森林管理の知識を習得させる。植林対象地域では、一部の農民が自らヤナギやポプラ、果樹（リンゴ、ナシ、モモ、ナツメ等）の小規模栽培を試みている。栽培や病虫害病虫害予防に関する知識の習得によって、農民は自力で製材用樹木や果樹を栽培できるようになり、地域全般の経済発展を期待できる。
 - 地元の中学校または高校と協力体制を構築する。学校は夏季休暇等を利用し、社会科研究の1つのテーマとしてトチュウの森林管理（除草や防虫作業等）に協力する。一方、河南省靈宝市天地科技生態株式会社は本プロジェクトによる利益を活用し、協力先の学校に本の寄付や運動場の整備等を行い、地域社会に還元する活動を行う。

このような取組は、植林プロジェクトの実施による地域住民の一時的な収入を増やすだけでなく、地域社会全般の持続可能な発展に大いに貢献することが期待される。

以上