

7 マングローブ再生ガイドブックの作成

7.1 マングローブ再生ガイドブックの趣旨・目的

マングローブ生態系は炭素(ブルーカーボン)の貯留、水産資源の涵養と供給、防災・減災など様々な生態系サービス機能を有している。しかし、近年、世界的にマングローブ林の劣化・減少は著しく、気候変動の緩和をはじめとする多面的な機能の維持・回復を実現するためのマングローブ林の持続的な管理及び再生が世界的に喫緊の課題となっている。このような背景の下、最近では民間企業や NGO を含む多様なセクターによるマングローブ林の保全・再生や持続的利用への取り組みが急速に広がりつつある。

特に 1980 年以降、世界各地でマングローブ林の減少が深刻化したことを受け、民間団体等により植林等によるマングローブ林の再生が試みられてきた。しかし、マングローブ林は、熱帯・亜熱帯地域の淡水と海水の混ざり合う立地に成立する特殊な植物群落であり、その再生に成功していない事例も多数報告されている。それら失敗の主な原因は、再生対象地の荒廃要因や立地環境条件(土壌、水利・潮汐環境、塩分濃度等)の把握が不十分であり、樹種や再生方法の選択が適切に行われなかったことであると考えられる。

これまで既に、マングローブ林再生のための技術マニュアル類や事例が国際機関など様々な団体によって多く提供されているが、対象地域が限定されたものが多い。そこで、本事業では、新たに、「マングローブ再生ガイドブック(立地条件及び荒廃要因に応じたマングローブの再生技術)」を作成し、一般公開することとした。本ガイドブックでは、様々な地域を対象とした既存のマングローブ林再生に関する文献資料を整理・分析するとともに、荒廃要因及び立地環境条件に応じたマングローブ林の再生指針を提供することを目的とした。

本ガイドブックは、5 章で構成されている。第 1 章「知っておくべき基礎情報」として、マングローブの種類や地理的条件等の基礎情報を整理した。第 2 章「マングローブ林の減少・劣化と再生へ向けた取り組み」では、なぜマングローブ林が減少しているかについて、過去からの減少・劣化要因及び傾向を整理し、再生へ向けた取り組みを紹介した。第 3 章「荒廃要因に応じたマングローブ林の再生方法」では、荒廃要因及び立地条件に適した樹種及び再生方法を整理して提示し、併せて、近年急速な進歩を見せるリモートセンシングや GIS による空間情報技術の適用の可能性についても触れた。4 章「既存のマングローブ再生マニュアル及び再生事例」では、世界各地における既存のマングローブ植林に関する技術マニュアル及び事例を地域・国別に整理して情報提供した。また、第 5 章「文献リスト」では、マングローブ林の再生にあたって参考となる代表的な文献・図書を紹介した。

本ガイドブックは、報告書の別冊として取りまとめる。報告書本文では、本ガイドブックの表紙、著者一覧及び目次一覧を掲載するに留める(次ページ以降)。本ガイドブックの全体版については、国際緑化推進センターのホームページから電子ファイル(PDF)を一般公開するので、そちらも参照されたい。本ガイドブックが、民間企業や NGO 等によるマングローブ林再生の取り組みの一助となれば幸いである。

7.2 マングローブ再生ガイドブックの表紙及び著者一覧

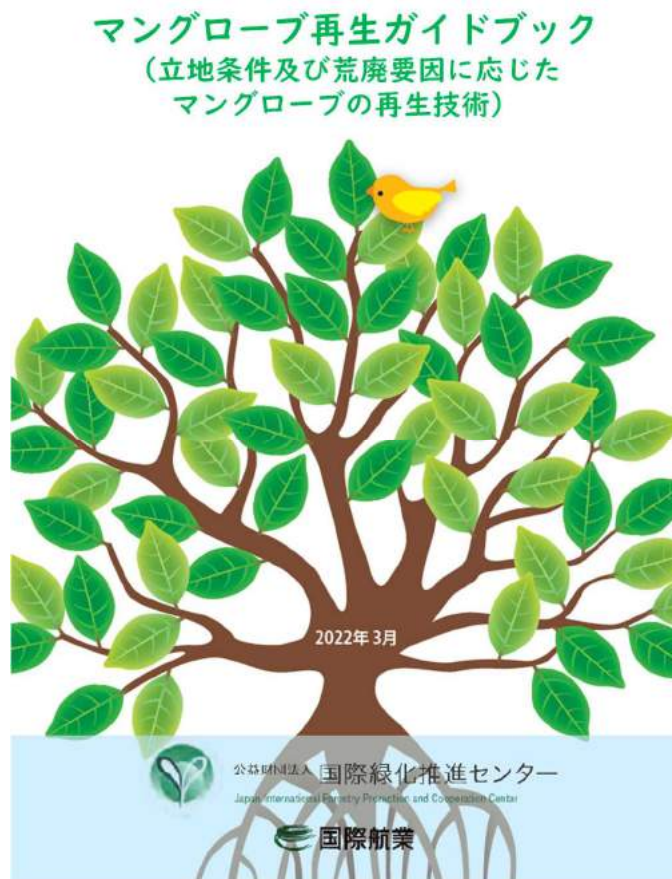


図 7-1 マングローブ再生ガイドブックの表紙

筆頭執筆者

松井直弘(国際航業株式会社)

各章執筆者

第1章 神谷結香

(国際航業株式会社)

第2章 鬼塚瑠都子

(国際航業株式会社)

第3章 松井直弘、増田一稔

(国際航業株式会社)

第4章 弓山大輔

(国際航業株式会社)

編集者

田中浩、仲摩栄一郎、柴崎一樹

(公益財団法人国際緑化推進センター)

監修者

吉川賢(岡山大学名誉教授)

発行元

公益財団法人国際緑化推進センター

7.3 マングローブ再生ガイドブックの目次一覧

1. マングローブの基礎情報
 - 1.1. マングローブとは
 - 1.2. マングローブ林の分布
 - 1.3. マングローブ生育地の地理的条件(局地的な分布様式)
 - 1.4. マングローブ林の森林構造(立地環境)
 - 1.5. マングローブ林の生態系サービス
供給サービス、調整サービス、生息・生育地サービス、文化的サービス
 - 1.6. マングローブについて活動する世界的に重要な組織
2. マングローブ林の減少・劣化と再生へ向けた取り組み
 - 2.1. 世界的なマングローブ林の面積の変化
 - 2.2. マングローブ林の減少・劣化要因と地域分布

- 2.3. 要因別マングローブ林減少・劣化プロセスと周辺環境への影響
- 2.4. マングローブ林の保全・再生に向けた取り組み
 - 国際的な取り組み、マングローブ林の再生ポテンシャル
- 3. 荒廃要因に応じたマングローブ林の再生方法
 - 3.1. 立地環境の把握
 - 植林地選定、地盤高の測定、塩分濃度の測定
 - 3.2. 適切な樹種選択
 - 3.3. 苗畑の造成方法
 - 苗畑の設置場所の選定、苗畑作設の準備、苗床の作成
 - 3.4. 植林
 - 植林方法、植林後の管理
 - 3.5. 植林の評価
 - 3.6. 荒廃要因に応じた植林方法
 - エビ養殖池、水田、塩田、鉱物資源開発
 - 3.7. 空間情報技術を活用した立地条件の把握手法
- 4. 既存のマングローブ再生マニュアル及び再生事例
 - 4.1. 広域
 - アジア・太平洋、メソアメリカ・カリブ海地域
 - 4.2. 東南アジア
 - インドネシア、マレーシア、フィリピン、ベトナム
 - 4.3. 南アジア及び西アジア
 - バングラデシュ、インド、スリランカ、オマーン、クウェート、アラブ首長国連邦
 - 4.4. アフリカ
 - 西インド洋地域、エリトリア、ケニア、ナイジェリア、ガンビア
 - 4.5. アメリカ
 - メキシコ、セントルシア、ガイアナ
 - 4.6. 大洋州
 - パプアニューギニア、ソロモン、キリバス、マーシャル、ツバル
- 5. 文献リスト
 - 5.1. 推薦文献及び図書(年代順)
 - 5.2. すべての文献

8 森林再生技術普及セミナー(ワークショップ)

途上国における森林再生技術を広く普及することを目的として、森林再生に関心を抱く事業者、NGO/NPO/団体等を対象としたセミナーを開催した。本年度は新型コロナウイルス感染症拡大防止の観点から、講演者のみが配信会場に集合し、参加者はオンライン参加とするオンラインのウェビナー形式で開催した。なお、セミナー映像の一部(講演者の許諾を得られたもの)について期間限定・申込者限りの配信を行った。また、セミナー後、参加者にアンケートを実施した。

8.1 開催概要

日時	令和3年12月7日(金)14:00～16:30
実施方法	オンライン(zoom ウェビナー)
配信会場	林友ビル6階 中会議室 〒112-0004 東京都文京区後楽 1-7-12
テーマ	「途上国における森林再生技術」普及ワークショップ
目的	1. 途上国森林再生技術普及事業5年間の成果の紹介 2. 森林再生に係る民間企業やNGO等とのネットワーク構築
参加者	森林再生ビジネス・活動を実施している／関心を抱く民間企業、NGO、各種研究機関、政府関係者他 合計164名、セミナー終了後動画視聴44名
プログラム	

タイトル	発表者
林野庁挨拶	山崎 敬嗣／林野庁
事業概要「厳しい環境下での植林技術の開発」	高原 繁／国際緑化推進センター
基調講演「温暖化対策としての荒廃地造林の意義」	丹下 健／東京大学
基調講演「コマツの「林業機械事業」と「持続的林業」への貢献」	坂井 睦哉／コマツ
質疑応答	
(1) 厳しい乾燥下でも生き抜くコンテナ長根苗の開発—ミャンマーとケニアでの取り組み—	柴崎 一樹／国際緑化推進センター
(2) 土壌保水材としての高分子吸収材 SAP の利用	高橋 正通／国際緑化推進センター
(3) ウズベキスタンにおける保育ブロック実証試験	浅見 和弘／応用地質
(4) これまでに実施した森林再生実証調査及び「森林再生技術データベース」の紹介	仲摩 栄一郎／国際緑化推進センター
総合討論	各発表者 進行:田中 浩／国際緑化推進センター



図 8-1. ワークショップの様子

8.2 各講演の概要

各講演の概要は以下のとおりである(各発表資料はエラー! 参照元が見つかりません。参照)。

(1) 事業概要「厳しい環境下での植林技術の開発」

高原繁(JIFPRO)は、本事業 5 年間の成果並びに JIFPRO の取り組みを紹介した。2021 年 11 月の COP26 におけるグラスゴー・リーダーズ宣言なども背景に、ゼロエミッション・カーボンニュートラル・SDGs などのトレンドを受けて、世界的に森林保全や植林活動への関心が高まっている。現在、植林が可能な土地が世界で約 9 億 ha あるとされるが、気候や土地条件に恵まれた土地は限定的である。また、条件の恵まれた土地の利用は農業とも競合してしまう。一方で、環境ストレス等により生じた荒廃地は、自然による森林回復が容易でないために未利用のまま残されていることが多い。本事業のコンセプトは土地競合が少ない環境ストレスがある場所での森林再生技術の開発である。JIFPRO では本事業実施期間の 5 年間でミャンマー・タイ・フィリピン・ウズベキスタン・DRC・ケニアなどで計 6 件の実証試験を実施してきた。また、本事業の一環として、森林再生技術データベース「森林再生テクニカルノート」を作成し、インターネット上で一般公開している他、マングローブ林の再生技術に関するガイドブックを作成した。

(2) 基調講演「温暖化対策としての荒廃地造林の意義」

丹下健氏(東京大学)からは、温暖化対策としての荒廃地造林の意義について講演された。途上国の経済発展と温室効果ガス排出実質ゼロとを実現するためには、省エネ技術革新による排出削減と共に吸収源の強化が必須であるが、工学的手法による二酸化炭素の分離・回収・貯留や資源化は、必要なエネルギーやコスト面で課題を残すため、現状では森林吸収源機能の強化が最も実効性の高い対策であるとされる。現在、森林が成立する環境条件の場所は、現在の森林や市街地・農地を含め地球上に 44 億 ha 分布しているとされるが、気候変動によって森林再生可能な土地は 2050 年までに約 2 億 ha 減少するおそれがある。また、林分高の高い林分ほど炭素貯蓄量も大きい傾向があり、森林吸収源の強化には、現存の森林バイオマスの増大と荒廃地の森林再生が必要である。一方で、荒廃地が元の森林に回復するには長い年月が必要であり、気候変動による環境劣化が進行する前に、その土地の環境ストレスに耐性を有する樹種を用いて森林再生を促進するべきである。

(3) 基調講演「コマツの「林業機械事業」と「持続的林業への貢献」

坂井睦哉氏(コマツ)は、コマツのこれまでの林業への貢献への取り組みを紹介した。1992 年から約 15 年に渡り取り組んだフタバガキ科樹種の植林プロジェクトでは、植林用苗の安定的供給が困難であるという課題に対して、種子に頼らない挿し木による苗木大量生産技術を開発。細霧冷却を活用した経済的な方法による大規模温室で葉温の上昇を制御し高湿度で十分な光を取り込める環境を構築し、挿し穂を生産。西ジャワ島に設置した 200ha の植栽試験値は今でもコマツが出資して管理を続けており、エコツーリズムとしての利用も可能となった。石炭鉱山跡地の植林に元の生態系の中心樹種であるフタバガキ科を利用したが非常に困難で、機械化による効率化・大規模化・安全な作業の実現が必要であるとの課題が浮き彫りになった。そこで、平坦地及び斜面地での耕耘作業や植林作業への機械導入や、UAV による森林モニタリング・リモートセンシングによるバイオマス把握・衛星データなどを用いた森林変化などの情報を集約・提供することで、植林サイクル全体の情報化・見える化を推進している。

(4) 厳しい乾燥下でも生き抜くコンテナ長根苗の開発—ミャンマーとケニアでの取り組み—

柴崎一樹(JIFPRO)は、植栽直後の土壌深部への根系発達を促し植栽可能時期を広げることが期待されるコンテナ長根苗の技術開発の進捗状況を紹介した。乾燥地では深根性の樹種が多く、根の深さと活着に相関があることが指摘されている育苗容器の取り扱いにくさなどから普及が進んでいない。そこで、日本のスギ育苗などで既に普及している M-StAR コンテナを長根苗用に長くして活用し、苗を取り出しやすくすることを試みた。併せて現地で調達容易なココピートを用いて軽量化を図り、育苗棚やエンジンオーガーなどを準備した。ミャンマーの試験では、植栽後 4~5 カ月は降雨無しでも通常より高い生残率を示したが、雨季に入った後の保育作業が今後の課題である。ケニアでは 25 樹種のスクリーニングを実施し、樹種によって伸長速度が異なることを確認した。また、現地で非常に安価に入手できるもみ殻炭の利用にも可能性を見いだすことができた。

(5) 土壌保水材としての高分子吸収材 SAP の利用

高橋正通(JIFPRO)は、紙おむつ等にも利用される高吸水性高分子材 SAP の土壌保水材への利用について紹介した。SAP は土壌重量に対して 0.2~0.4% 程度の少量の添加で保水効果を発揮し、乾季の蒸発量を抑制する役割を果たす。また、排出されやすい水を土壌に保持し、植物が吸水しやすい有効水を増加させる。さらに、日本の樹種を用いた試験では、SAP 添加により初期の根茎発達を促進する効果が見られ、活着率向上が期待される。一方で、土壌や樹種に合わせた SAP 施用量や施用法を調整する必要があることや、塩類土壌の影響を考慮する必要がある。また、残留性・分解性の問題から、現在研究開発が進んでいる天然有機ポリマーの普及にも期待がかかる。

(6) ウズベキスタンにおける保育ブロック実証試験

浅見和弘氏(応用地質)は、ウズベキスタンの乾燥地で試験を実施した、植栽後速やかに根を地中深くに伸長させる工夫がなされた保育ブロック工法について紹介した。気候・土壌条件の異なる 3 地区において試験を実施したが、経済的価値の高い樹種の植栽が期待された砂の平原(年降水

量 100mm 程度)については植栽 3 年後に全個体が枯死しており、この地域での適用は難しいという結論に至った。一方で、保育ブロックの適用によって灌水量と灌水頻度の削減が期待されたデルタ地帯(年降水量 100mm 程度)においては、灌水頻度を 1/4 程度に抑えながら、生残率・成長ともに効果が見られた。同様に、年降水量 400mm 程度の山地でも高い生残率と根の伸長を示し、根系量も多くなるという結果が得られ、生残率の向上とコスト削減という現地の課題に対して有効性を見いだせる結果となった。保育ブロック工法は従来工法と比較してコスト面でも優位性をもっており、ウズベキスタン政府と共に保育ブロックを活用して国営地などでの緑化を推進していることが報告された。

(7) これまでに実施した森林再生実証調査及び「森林再生技術データベース」の紹介

仲摩栄一郎(JIFPRO)は、5 年間に実施したその他の実証試験と本事業で運営するウェブサイトについて紹介した。コンゴ民主共和国で実施したバイオチャーによる土壌改良試験では、砂質土上にバイオチャー(炭)を混ぜることによって成長改善の効果が期待できるが、効果が樹種によって差異があることも分かった。また、アグロフォレストリーの観点からは、農作物には顕著な効果がみられることも分かった。タイで実施した低湿地の造林技術開発の試験では、湛水馴化処理の効果と湿地条件への適応メカニズムを分析し、低湿地造林に利用可能な在来樹種のスクリーニングを実施した。フィリピンで実施した海岸砂丘林造成技術の試験では、植栽直後の活着率を向上させるためにヤシ殻とココピートをマルチングに利用したところ、クロヨナの樹種で活着率の向上がみられた。また、マングローブ再生に関する最新の文献や実践現場の知見を整理分析し、技術的指針となるガイドブックを作成した。これらの実証試験の結果や既存研究のレビューをまとめた技術集を「森林再生テクニカルノート」としてオンラインで公開している。

8.3 アンケート結果の分析

今回のセミナーで発表された森林再生技術は、それぞれの現場に適用されるよう、開発がすすめられているが、これらの技術を普及させるためには、各地の現場で再生技術の開発に携わっている、あるいは関連する知識を持っている関係者から、発表された再生技術の普及可能性について評価を得ることが必要である。また、途上国の各所で取り組まれている再生技術の他の開発現場から、森林再生の課題や有用な再生技術について提供を受けることも、再生技術全体の発展にとり重要である。そこで、アンケートにより、参加者の業種(Q1)および森林再生活動を始める際に重要と感じている情報や重視する点(Q3、4)を尋ねた上で、本プレゼンテーションの内容を参加者に評価してもらい(Q2)、逆にワークショップ参加者から、森林再生の課題および有用な森林再生技術に関し情報を収集した(Q5)。アンケートの回答数は 21 件であった。

分析結果と得られた示唆は以下のとおりである。

(1) 参加者の業種

本項目については、回答の網羅性を高めるため、セミナー申込の際の質問項目を用いて分析した。有効回答数は 133 である。回答者のうち「民間企業」が 73 人(53%)と最も多く、「大学、研究機関」の 23 人(17%)がこれに続いた。「民間企業」のうち、必ずしも森林再生業務が主業務ではない

と考えられる「メーカー、製品・サービスの販売等」が 35 人(26%)と最も多く参加しており、SDGs や ESG、CSR などへの関心の高さが伺える。民間企業でこれに続いたのは「調査(コンサルタント等)」の 32 人(23%)であった。

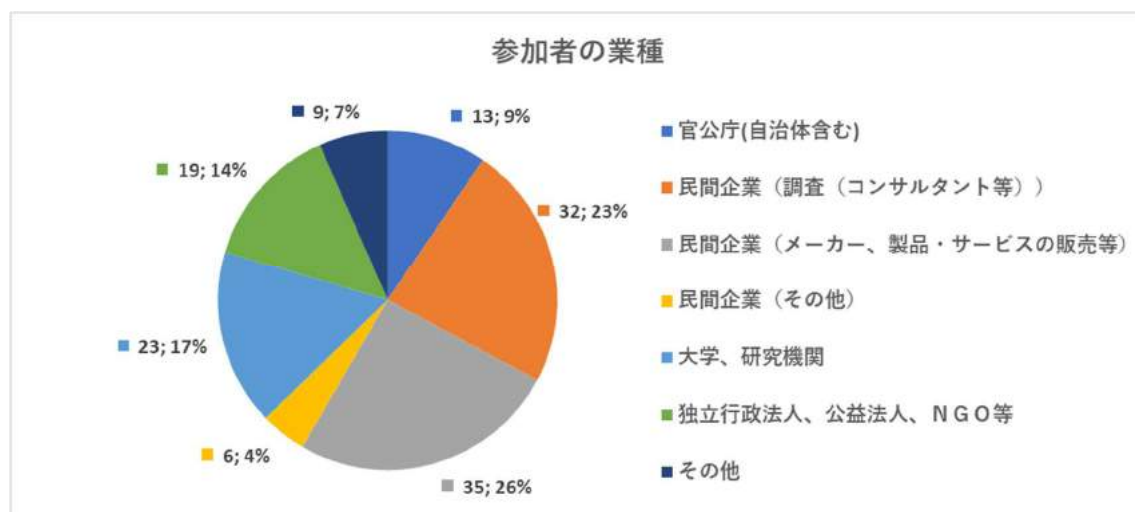


図 8-2. Q1:回答者の属性(業種)

(2) 各プレゼンの参考度・普及可能性

各プレゼンテーションの内容について、参考になったかどうか・普及可能性・課題などを自由記述式で尋ねたところ、いずれのプレゼンテーションについても、「参考になった」という内容の回答が大部分を占めた。その他の回答を以下にまとめるが、全体的な傾向として①コスト面での実用性に関する意見②有効性を認めており、より多角的な実証試験を求める意見③途上国など現地で適用する際の課題や現地住民への普及啓発の重要性に関する意見などが共通して挙げられた。

- 基調講演 1: 東京大学丹下教授
 - 何でも植林すれば良いということではなく、少ない水資源をどう使っていくかを考慮すべきという指摘が非常に参考になった。
 - 気候変動が進むことで「植林できる土地」も減っていくため、いまある荒廃地をできるだけ早く再生することが必要との指摘は、専門の方からすれば基本的なことかもしれませんが、ハッとさせられました。
 - 乾燥地は樹木が育ちにくいので温暖化対策としては弱いかと思っていたが、そうではないことが分かり良かった。
 - 世界には造林の必要性が高い荒廃地が広くあり、地球温暖化対策としても重要であることが分かりました。
- 基調講演 2: コマツ坂井氏
 - 造林に関しても大型機械を用いて大規模に実施されているのを初めて知り興味をもったので今後勉強していきたい。

- 企業として、林野庁や JICA、JIFPRO からの資金受託によって共同事業を継続的に進めることで社会貢献度が高い事例であることがわかった。
- 企業としての、資金獲得や事業運営のノウハウについても話があると、NGO 等にも参考になる面があったと感じる。
- 広い荒廃地を造林するためには機械化が重要であり、特に、日本を含めて、傾斜地において使用可能な造林用機械の開発に期待している。
- 長根苗
 - 発想が面白いと感じた。機械化と併せれば普及するのではないか。
 - 樹種特性にあわせて、表層根、中層根、長根などの組み合わせにより、より生存率や生育のよい植樹ができればと感じました。
 - 長根苗を活用している他国の動向についても知りたい。
- 高分子吸収剤
 - コストが課題であり、途上国では政府主導でない植林の場合には普及に壁があると感じる。
 - 実際に現場で試してみたい。
 - 石油系でない生分解性のものが開発されることに期待する。
- 保育ブロック苗
 - 現地にある資材などですべて完結できる点がすぐれていると感じた。
 - 従来の苗と比べてコスト面で課題があると思っていたが、そうではないという発表。社会実装に近づいていると評価できる。

(3) 途上国で森林再生(植林)活動を始めするために必要な情報(複数回答)

途上国で森林再生(植林)活動を始めするために必要な情報として多かったものは「現地の受け入れ態勢(政府・現地 NGO)」(13 人)や「植林地周辺の住民の生活環境」(13 人)であった。前項で取り上げた通り、現地で導入する際の住民の理解や受け入れ態勢を重要視していることがわかった。また、「植林地周辺の住民の生活環境」の回答は昨年度よりも4ポイント増加しており、同様に、「その他」として「対象地域の人々の文化・伝統・価値観・生活習慣」「植林後の現金収入向上活動」(それぞれ1名)が挙げられている。これは COP26 において署名されたグラスゴー・リーダーズ宣言において「先住民や地域コミュニティの権利と森林の多面的価値を認め、収益性の高い持続可能な農業の開発などを通じて、コミュニティの権利を尊重し、住民の生活を向上させる」という点が盛り込まれていることなどから、地域住民の生活への関心が高まっていることが推察される。



図 8-3. 途上国で森林再生（植林）活動を始めるために必要な情報

(4) 企業が植林を通じた CSR・ESG を実施する際に重視・期待・アピールする点（複数回答）

上述した通り、CSR や ESG への意識が高まっていることを受け、企業が植林活動を通じた CSR・ESG を実施する際に重視・期待・アピールする点を問うた。「地域住民への裨益」が最も多く、有効回答 19 の 9 割を占める 17 人からの回答があった。次いで、「植林による炭素固定量」を 10 人が挙げた。こちらも昨年度と逆転するような形になっているが、前項までに述べてきた通り、植林技術そのものだけでなく、植林・森林再生活動自体が対象地域とその住民に如何に受容されるかというソフト面への意識が高まっていることが明らかとなった。こうした傾向は、COP26 を受けての世界的な潮流や SDGs への意識の高まりによるものと推定される。本事業においても、SDCs を始めた社会全体の動向や森林再生活動の担い手のニーズを把握しながら、本セミナーや森林再生テクニカルノートを通じた普及啓発・情報発信を継続していくことが求められる。

企業が植林活動を通じた CSR・ESG を実施する際に重視・期待・アピールする点は何だと考えますか
19 件の回答

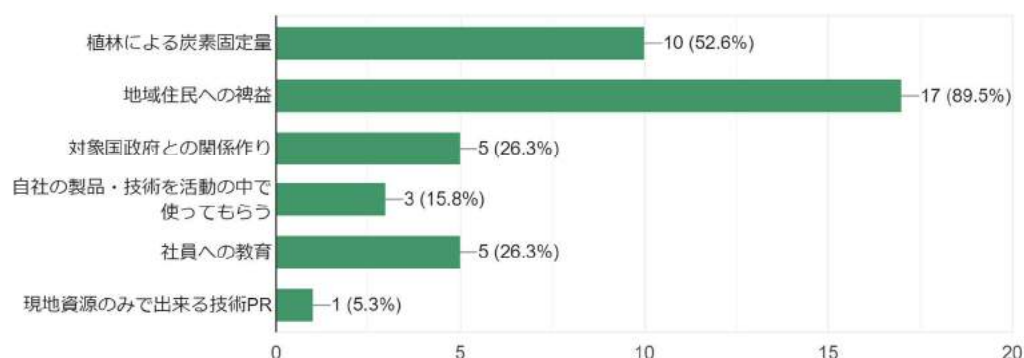


図 8-6. CSR・ESG を実施する際に重視・期待・アピールする点

(5) 本セミナーの感想や今後のセミナーに期待すること (記述回答)

今後の情報発信に活かすため、セミナーの感想や今後のセミナーに期待することを自由記述の形式で問うた。上述の通り、個々のプレゼン内容については十分な理解度を得られたという感想が多く寄せられた。また、COP26 を受けての森林再生活動の変化に関する意見や、防災の観点からマングローブ植林に着目しているという意見、実証試験から実践へとフェーズを移行するにあたって途上国の現場でのノウハウなど、技術の開発や紹介を超えたより実践的な内容を期待する意見もみられた。

9 委員会での検討結果

9.1 第1回委員会

日時	令和3年6月22日(火) 14:00～16:45
会場	林友ビル 6階 中会議室
議題	議題1. 今年度から新規委託調査業務の公募結果と委託先候補 議題2. 昨年度から継続して実施する実証試験(今年度の計画及び進捗状況) 2-1. JIFPROにより実施する実証試験1 ―高分子吸収剤を用いた半乾燥地造林― 2-2. JIFPROにより実施する実証試験2 ―M-StAR 長根苗による半乾燥地造林― 2-3. 外部委託により実施する実証試験1 ―保育ブロック工法による乾燥地造林― 2-4. 外部委託により実施する実証試験3 ―バイオチャーを用いた土壌改良― 議題3. 森林再生テクニカルノート(今年度の計画及び進捗状況)
配布資料	議事次第と出席者 説明資料1 立地条件を考慮下マングローブ再生技術マニュアルの作成 説明資料2 高吸水性高分子材(SAP)を用いた半乾燥地における植林技術の開発 説明資料3 M-StAR 長根苗を用いた森林再生技術開発(他の乾燥地へ適用可能性) 説明資料4 保育ブロック工法を用いた緑化の技術開発 説明資料5 コンゴ民における Biochar を利用した土壌改良及び造林技術の開発 説明資料6 森林再生技術データベース(森林再生テクニカルノート)進捗状況
参加者 (計15名)	委員:宇都木委員、丹下委員、谷本委員、吉川委員 林野庁:山崎室長、石川調整官 JIFPRO:太田理事長、高原専務理事、高橋技術顧問、仲摩主任研究員、柴崎研究員、実施試験委託先:相川主任技師、小林専門技師、浅見技師長、大林技術職員

議題1. 今年度から新規委託調査業務の公募結果と委託候補先

(国際航業株式会社:立地条件を考慮したマングローブ再生技術マニュアルの作成)

委員: マングローブを再生するにあたって、現場で最初から試行錯誤する時間を短縮して、最適な選択肢を提供できることが重要。

→**委員:** JICA でも、インドネシアやミャンマーでマングローブ関連プロジェクトを実施した実績がある。それらの成果も活用して頂ければ幸いであるとともに、本事業で作成されるマニュアルも JICA で利活用させて頂きたい。

→**委員:** 汎用的なマニュアルと記載があるが、対象地固有の諸条件にも対応可能なものを期待している。

→**JIFPRO:** 各々の対象地で異なる諸条件を、チェックリスト等を用いて確認し、それに最適な選択肢を示すことができるマニュアルとしたい。

→**委員**: マニュアルを新たに作成するよりも、既存のマニュアルを整理・分析して、データベース化の方が有益ではないか？

→**JIFPRO**: まさに、そのイメージで、マングローブを再生する対象地の諸条件に照らし合わせて、適合する既存のマニュアルや事例を簡易に参照できるようなマニュアルとしたい。

→**委員**: 汎用性という意味では、あまりにも教科書的になると現場で使えない可能性がある。そこで、マングローブを再生するにあたって、注意すべき点を明確にして、選択肢を提供するマニュアルにしてほしい。そのためには、これまでマングローブ再生に関する経験に基づき、特に重要な点を指摘、注意喚起することが必要。

→**JIFPRO**: 国際航業の担当者は、これまで 20 年以上にわたり、マングローブの保全・再生に取り組んできた経験を持っており適任者であると考え。

→**委員**: マングローブは、場所によって諸条件が大きく異なり、どこでも適用可能な普遍的なマニュアルを作成することは難しい。タイでも、タイ語のマングローブ植林マニュアルが存在する。それら既存のマニュアルを精査するだけでも貴重な成果となる。社会科学的な視点からのマニュアルも存在する。

→**JIFPRO**: 既存のマニュアルから普遍的な部分を抜き出して汎用性を持たせるのではなく、既存のマニュアルを整理・分析して、対象地固有の諸条件に適合する対処方法を記載したマニュアルを参照することで、汎用性を持たせる方向で考えている。

→**委員**: 応募した会社はリモセン等を使った空間情報解析に長けていると認識。マニュアルの作成においてはそのような強みを活かしたものとすることが期待される。

林野庁: このマニュアルの対象者は誰を想定しているのか？本邦企業や本邦 NGO 等か、又は現地政府等の現地関係者か？1年で実施するためにスケジュール感が必要。

→**JIFPRO**: 第一は、本邦関係者(企業や NGO 等)を対象としている。現在、国際航業と契約交渉中であり、本日の委員会でのアドバイスを踏まえて、マニュアルの内容、構造やスケジュール感を詰めたい。

委員: マングローブと一口に言っても世界に広く分布している。中東サウジアラビアの乾燥地域のマングローブと東南アジアの湿潤マングローブでは、かなりの違いがあり、地域を区切って整理する必要がある。

→**JIFPRO**: マングローブの再生については、1970 年代から生態学的アプローチに基づき、育苗して植林する方法について相当の本が出版されている。ただし近年、インドネシア等で、淡水湿地の排水路の造成によりマングローブが死滅した土地やエビ養殖池の開発跡地において、マングローブ再生の必要性が生じている。そこで、対象地固有の立地条件や水利環境に関して測定可能な客観的パラメータ(閾値)を用いて、マングローブの再生方法(立地改良、天然更新補助・促進)や植林樹種を選択できるようなマニュアルとしたい。そうすることで、どのような条件にも対応可能な「汎用性」を持つことができる。

→**委員**: マングローブ再生の優良事例を取り上げるだけでなく、失敗事例も取り上げてほしい。試行錯誤して、失敗した要因を特定、収集して示すことが大事。

→**委員**:例えば、サウジアラビアでは、道路建設によって分断された水循環をパイプを用いて復元しているが、パイプが小さすぎる場合は塩分濃度が高くなり過ぎて、マングローブ再生に失敗している。

委員:失敗事例は記録されることがほとんどないが、今回、国際航業の担当者の経験が豊富ということで、その経験に基づき、失敗しないよう注意すべき重要ポイントを指摘できる。本委員会のアドバイスに基づき、さらなる内容の検討をお願いする。

2-1. 高吸水性高分子材(SAP)を用いた半乾燥地における植林技術の開発

委員:SAP を植林の際に利用する目的としては活着率の向上ということか？

→**JIFPRO**:然り。SAP を全面施用することはコスト的にも難しいので、特に初期の活着に効果に焦点をあてている。

→**委員**:その場合、SAP によって植栽可能時期が長くなるというメリットが出てくるのか。植穴に SAP を入れることにより、初期灌水した際の水持ちのよさがよくなるというイメージか。それとも、2 度 3 度と灌水を想定した植林なのか。

→**JIFPRO**:植栽可能時期が長くなることは期待できる。また、近年の気候変動の影響で降雨パターンが安定しない時でも枯死のリスクを軽減できるのではないかと考えている。

→**委員**:SAP は乾燥地植林における補助的な役割という理解した。その場合、「SAP による植林技術の開発」という大きなテーマよりも、SAP が使える場面を明確にしたうえで、もう少し具体的なテーマ・目的でマニュアル等を作成されたほうがよい。

委員:SAP を添加した際の土壌 pF 水分曲線は既に作られてはいないのか？既に存在する場合、それがまだ使える情報になっていないから、今回も同様の試験を行うということか。

→**JIFPRO**:既にいくつか存在している。

→**委員**:民間企業から問い合わせがあった際に、本当に保水性は上がるのかといった有効性や、各条件によってどの種類の SAP が一番よいのか等の提示できるデータが今のところほとんどない。今回の試験でその辺をきちんと整理して公表してほしい。実際に植林地で何回ほど膨潤を繰り返せるのか(有効回数)、使えない場面、使用期間がどのくらいなのかも知りたい。

→**JIFPRO**:みなさんが参照できるデータを整備していく。

→**委員**:実際に商品として既に販売されている SAP の情報(特性)を評価し公開することに支障はないのか？

→**JIFPRO**:SAP メーカーは頻繁に製品改良をしている。これまでの試験結果からみる限り SAP の種類による保水性等の違いはほとんど見られなかった。

委員:苗木を使ったポット試験をやるとのことだが、乾燥地と日本の土壌とは塩濃度等も異なる中で、日本での結果をそのまま乾燥地で適用できるかという点についてよいのか？

→**JIFPRO**:珪砂でやれば汎用的なデータになると考えている。

→**委員**:珪砂で乾燥地の土壌を再現できるのか？

→**JIFPRO**:砂質土壌の乾燥地であればほど再現できると考える。砂質土壌でしか SAP は効果がな

いという報告もあるので、本試験も砂質土壤に限定する予定。

→**委員**:それであれば、今回の結果がどこでも使えるものではないので、テーマ、目的でそれを明確に(限定)し、限界(対象)を示したうえで結果を公表したほうがよい。

→**委員**:砂ではなくココピートに使ってみたらどうか。日本(特に北海道)のコンテナ苗では6月頃に枯死が多い。コンテナにSAPを入れたら活着率が上がるかもしれない(カラマツ、スギ等)。ユーカリもコンテナ(ココピート)で作っているので、ココピートも検討してみたらよい。

→**JIFPRO**:灌水が行われている(産業)植林地でSAPを入れることによって植栽後のコストが減らせる等も期待できるかもしれない。色々な場面がある。

→**委員**:使用条件・目的・場面を明確したうえで、それに応じたデータを整理してほしい。

林野庁:SAPのコストはhaあたりいくらくらいになるのか？

→**JIFPRO**:製品によって大きく異なるが、1本あたり10数円～数十円程度。

→**委員**:乾燥地では1,000本/ha程度なのか？

2-2. JIFPROにより実施する実証試験 —M-StAR 長根苗による半乾燥地造林—

委員:ケニア乾燥地における育苗段階での課題は何なのか？長根苗はその課題解決にどう貢献できるのか？

→**JIFPRO**:現時点で乾燥地でのビニルポット苗の生残率は低いという報告があるので、長根苗で生残率を上げる効果があると考えている。

→**委員**:灌水しても生残率が低い場所において、長根苗がどこまで効果があるかを見込んでいるのか？また、ビニルポット苗の場合は寝巻きがおきるとか、根が伸びないといった課題であれば、長根苗でなくても通常コンテナ苗でも問題ないかもしれない。もしくは長根苗でこれまでよりも灌水を減らせるかもしれない。もう少し、現地の課題を明確にしてから、長根苗が使える場面を想定してテーマ・目的を検討されたほうがよい。

→**JIFPRO**:長根苗技術の可能性としては、これまで植えられてこなかったようなArid(乾燥)ゾーン等での植林も考えられる。対象地の拡大も期待できるのではないか。植栽試験も今まで植林の対象地ではなかった場所でやるといいかもしれない。

→**委員**:キツイ周辺では既に植林は進んでいる。ケニアとしてはアカシアしか生えないようなVery arid(強乾燥)ゾーンでの植林を目指しているかもしれない。Very arid(強乾燥)ゾーンでも川の近くには農民が住んでいて農業や牧畜をされている。川から遠く離れている場所でも全く植生がないわけではない。

→**委員**:Very aridゾーンのほとんど土地利用がされていない荒廃地において、長根苗がアクセスできるような水が深層にあるかどうか。

→**委員**:オーストラリアの降水量400mm以下のところでも、ワジ(雨期に水が流れる季節河川)にはユーカリ、その他はアカシア林となっているところがある。土質(保水力と硬さ)もチェックしたほうがよいだろう。ハードパン(堅い土の層)があるとすると、長根苗では難しいだろう。どちらにしても降水量400mm程度が限界な気がする。

→**委員**:土はものすごい硬い場所が多いが、色々な土地条件のところがあるので、長根苗が使える

る場所もあると思う。

→**JIFPRO**: 現地の事情をよく知る KEFRI に課題や現地の状況を確認したうえで、長根苗による課題解決ができそうな場面を探していく(ただし、今年度は育苗試験によるスクリーニングがメイン)。

→**委員**: 今年度はとりあえず育苗だけでもうまくいけば良いのではないか。最終的なとりまとめとしては、ミャンマーの試験結果をとりまとめて公表してほしい。特に植栽試験のデータは貴重である。ケニアについては 1 回の試験で、何かを言うのは難しいと思うので、今回の結果を示すだけで、次に提案する試験の材料集めといったスタンスがよいだろう。

→**委員**: ケニアにおいては育苗試験でスクリーニングができればよいのではないか。

(→**JIFPRO**: まだ造林技術が確立していないような高価値の稀少種等もスクリーニングの対象に含めることで、次の試験の材料(解決すべき課題)につながると考えている。)

→**JIFPRO**: 貴重なサンプル(データ)がミャンマーにまだたくさん残っているが、現状渡航できる見込みはない。

→**林野庁**: 現地の人と連絡ができるような状況なのか？

→**JIFPRO**: とれていない状況である。

→**委員**: ミャンマー渡航は難しい中でできる限り成果を報告してほしい。

→**委員**: ケニアには実際に渡航する予定か。

→**JIFPRO**: 然り。

→**委員**: 現地の KEFRI や JICA とは連携は既に進めているのか。

→**JIFPRO**: 然り。

2-3. 保育ブロック工法を用いた緑化の技術開発

委員: 3 点質問させて顶きたい。

①砂質沙漠土への保育ブロック苗の適用は難しいという結果でよいのか？

②最終年度ということで、ヌクス・アングレンに植栽した苗木は今後どうするのか？

③根重は生重量、乾燥重量のどちらでの測定を予定しているのか？

→**応用地質**:

①解決課題として「経済的価値の付与」「灌水量の低減」を挙げ、家畜の飼料となるヤナギバグミを植栽したが、灌水量を極力減らしたことやネズミの食害等もあり、ほとんどの苗木が枯死する結果となった。この結果を受けての樹種や灌水量の再検討はできておらず、必ずしも保育ブロック苗が(ヌクスの砂質沙漠土に)適用できないわけではないと考えている。

②アングレンは、国家林業委員会の土地であり、交渉によって、今後も一定期間植栽試験を継続できると考えている。ヌクス沖積草原土は大学の試験圃場であり、もともと植林用の場所ではないため、今後、全て掘り取る(現状復帰する)ことになると考えている。

③渡航期間が限られるため、根重は生重量での測定を想定している。乾燥重量については、現地の方とも相談し、可能であれば測りたい。

委員: 根系すべてを掘り取るのはかなり大変である。限られた渡航期間で、何を目的に調査するの

かを明確にしたほうが良い。直根の到達深度を調査したいのであれば、直根の先端を探すだけで良いし、根のバイオマスを調査したいのであれば、保育ブロックの下を2層～3層に分けて掘り出して根重を測定するだけでも十分意味がある。また、根のバイオマスを比較する際は乾燥重量でないと意味はない。あるいは単位体積当たりの根長を、太さ別に測定したほうが良い。

委員:側根が横方向に広く伸長している可能性もある。また、1試験区3サンプルでは適切に比較できないと思われる。如何にサンプル数を増やすかを考えたほうが良い。地際直径の太さ別にいくつか根系を掘り取り、地際直径と根の状態に相関があることを確認したうえで、地際直径で代替的に比較を行ってはどうか。また、保育ブロックから伸びている直根の太さを測定して比較しても良いかもしれない。

委員:ヌクスとアングレンでは樹種が違うため、根の形態が異なり比較できないのではないかな？

→**応用地質**:ヌクスとアングレンでの根系の比較は行わず、それぞれの試験地において保育ブロック苗とポット苗を比較する予定である。

委員:アングレンでは土壤改良試験の苗木も掘り取るのか？

→**応用地質**:時間があれば確認したいと考えていた。

委員:(作業を手伝ってくれる)若い人はいるか。

→**応用地質**:ヌクスではタシケント農業大学ヌクス分校の学生に手伝ってもらっている。アングレンは、副大臣に依頼することで林業局の職員・作業員が手伝ってくれる。私達が渡航出来たら調査方法を指導し、帰国後も継続して調査を進めてもらいサンプル数を増やすことができないか考えている。

→**委員**:重労働のため、それはむずかしいだろう。

委員:ウズベキスタンにユンボなどはないのか？ユンボがあればトレンチを掘ったり、あるいは根系を一気に掘り出して大まかに調査しても良いのではないかな。

→**応用地質**:ウズベキスタンにユンボはほとんどなく、あっても非常に大型のものになる。ヌクスは大学構内のため通路が狭くユンボは侵入できない、アングレンは山道のうえ急勾配のため大型のユンボは登ってこれないと思われる。

→**委員**:(ユンボで)トレンチを掘るのであれば、苗木の周囲を掘り、苗木直下の土壤をブロック状に切り出すのが一番手っ取り早いと思われる。その後、持ち帰ったブロックから根を洗い出して測定すればよい。

→**委員**:いかに現場での作業を少なくするか、作業を単純にするか考えたほうが良い。

委員:ウズベキスタンで保育ブロックの作製方法を普及してきたことは一つの成果である。一方、現時点で保育ブロックの効果はまだ明確ではない。ポット苗とは違うということを理解してもらうためにも、林業委員会に試験的に使ってもらって実績を積み、普及していくと良い。また、土壤改良や灌水方法等を試行錯誤し、データを蓄積できる環境をカウンターパートとすることが大切である。

委員:砂質砂漠土はネズミによる食害、沖積草原土は除草時の誤伐があり、試験データがきちんと取れていない。本年度は灰色砂漠土(アングレン)での調査に注力して、その他は参考とするのが良い。

2-4. 外部委託により実施する実証試験 3 —バイオチャーを用いた土壌改良—

委員: バイオチャーの保肥力改善の効果だが、初期段階では特に、バイオチャーそのものが持つ栄養素が効いていると考えられる。どのように切り分けられるのか。

→ **日林協**: バイオチャー施用の初期段階では、保肥力改善よりも、バイオチャーの栄養素自体が効いたと部分はあと思う。栄養素効果と保肥力効果はなかなか切り分けが難しいと考えている。

委員: バイオチャーの効果(CEC や栄養素)について、貧栄養な土壌に対して、バイオチャーの持つ CEC や栄養素を重量ベースで比較すると、一見すると非常に大きい効果があるような印象を与えてしまうが、実際には土壌に対して数%混ぜるにすぎないので、混入率を掛けた評価が必要で、誤解のないように整理する必要がある。

→ **日林協**: バイオチャーの土壌改良効果の示し方は、混入率をかけた評価をする。

委員: 細根のサンプリング方法について、近いところと遠いところで同数採取すると、遠いところのサンプリング密度(率)が下がる。遠いところはより多く取らないといけないが、そこまでやる必要があるかという問題もある。(例えば、50cm が 1 箇所なら、150cm は 5 箇所取る必要がある。)サンプリングの円筒に細根が入る入らないの問題もあり、数を取らないと比較が難しいと思う。

→ **日林協**: 細根のサンプリング方法について改めて検討する。どのように・どのくらいコアサンプルを取るか、現地状況を確認しながら、作業量と期待できる成果のバランスを見て、検討を進める。どの位置で取ることが適切なのかは、樹種によって植栽木の現状のサイズが異なるため、樹種によって変わってくるかもしれない。細根が円筒に入る入らないの問題もあるので、取り方も含めてさらに検討を続ける。

委員: 細根の調査について、植栽木以外の、他の植物の影響はないか？また、未利用バイオマス資源の調査はどのようなイメージか？適当な資源が見つかった後の炭化手法も併せて検討する必要があるのではないか。

→ **日林協**: 細根のサンプリングについて、試験地では 5 樹种植えているが、そのうち、アカシアの区画は下草が多く、細根のサンプルはかなり難しいと考えている。その他の樹種は下層にそれほど雑草はなく、細根サンプルは取りやすいと考えている。

未利用バイオマス資源調査について、タケやオイルパームの残渣等を考えている。調達にあたっては、輸入が難しいもので、代用可能なものは日本での調達も考えている。また、アブラヤシの幹は含水率が高いため、現地の伏せ焼き技術でバイオチャーを作製できるか、テストする必要があると考えている。

林野庁: 現地のカウンターパートはどういう方々か？どのように現地とコミュニケーションをとっていくのか？

→ **日林協**: カウンターパートは試験地に拠点を置く現地 NGO である。現地で植林等の活動を行っている NGO で、実績はある。渡航については、コンゴ民で実施している JICA 森林案件でも渡航を

検討しており、そちらで渡航の目処が立てば、渡航する人員との協力も検討する予定となっている。基本的にはリモートで進められる方法を考えている。現地とのコミュニケーションには whatsapp 等を活用している。

委員: キャッサバでは収量が増えたデータがあるが、連作のデータも取るのか？

→ **日林協**: キャッサバが普通連作が可能かどうかは現地に確認したいと思っている。一方、昨年度の収穫後、現地ではすでに連作を始めていて、2022 年 2 月に連作の収穫量のデータを得られる見込みである。

議題 3. 森林再生テクニカルノート(今年度の計画及び進捗状況)

委員: 山火事被害が報道されると、アクセス数が増加する傾向が見られるとのことだが、山火事対策についての情報を増補する予定はないのか？

→ **JIFPRO**: 山火事対策に関しては、既にデータベース上で網羅しており、増補の予定はない。

→ **委員**: 最終年度ということで、出来る限り情報の追加やアップデートをお願いする。

9.2 第2回委員会

日時	令和3年12月23日(木) 14:00～16:45
会場	林友ビル 6階 中会議室
議題	議題1. 昨年度から継続して実施する実証試験(今年度の計画及び進捗状況) 1-1. JIFPROにより実施する実証試験1 ―高分子吸収剤を用いた半乾燥地造林― 1-2. JIFPROにより実施する実証試験2 ―M-StAR長根苗による半乾燥地造林― 1-3. 外部委託により実施する実証試験1 ―保育ブロック工法による乾燥地造林― 1-4. 外部委託により実施する実証試験3 ―バイオチャーを用いた土壌改良― 議題2. 今年度から新規委託調査業務―マングローブ再生ガイドブックの作成― 議題3. 森林再生テクニカルノート(今年度の計画及び進捗状況) 議題4. オンライン公開セミナー(厳しい環境下での植林技術の開発)の開催報告
配布資料	議事次第と出席者 説明資料1 高吸水性高分子材(SAP)を用いた半乾燥地における植林技術の開発 説明資料2 M-StAR長根苗を用いた森林再生技術開発(ケニア半乾燥地へ適用検討) 説明資料3 保育ブロック工法を用いた緑化の技術開発 説明資料4 コンゴ民におけるBiocharを利用した土壌改良及び造林技術の開発 説明資料5 マングローブ再生ガイドブックの作成 説明資料6 森林再生技術データベース(森林再生テクニカルノート)進捗状況 説明資料7 オンライン公開セミナー(厳しい環境下での植林技術の開発)開催報告
参加者 (計21名)	委員:岩田委員、宇都木委員(オンライン)、丹下委員、谷本委員、松根委員(オンライン)、吉川委員 林野庁:石川調整官、武田氏 JIFPRO:太田理事長、高原専務理事、高橋技術顧問、田中技術顧問、仲摩主任研究員、柴崎研究員、倉本研究員 日本森林技術協会:相川主任技師 応用地質:浅見技師長、大林技術職員 国際航業:松井主任技師(オンライン)、弓山氏(オンライン)、神谷氏(オンライン)

1-1. 高吸水性高分子材(SAP)を用いた半乾燥地における植林技術の開発

委員:まとめの「重力水の排出流去を抑える効果」とはどういう意味か？

→**JIFPRO:**SAPが重力水を吸収することで、重力水が下へ流れて行ってしまうのを抑え、対象土壌の保水力を高める効果があると考えている。

委員:本SAP試験の成果を普及するにあたって、民間企業やNGO等のSAPユーザーに対して、どのような形で公表することを考えているか？

→**JIFPRO:**乾燥が厳しい土地等において、SAPのニーズは高い。そこで、SAPが水を吸収・排出

する基本的なメカニズムを説明するとともに、実際に現場で植林する際の注意事項等を伝えたいと考えている。

委員: 成木の水需要は莫大であり、それを賄える程の SAP 投入は現実的でない。したがって、SAP 施用の目的は、植栽後の初期活着を支援し、そのストレスを緩和することが目的であると、PR していくことが重要ではないか。

委員: SAP は、吸排水を繰り返すと劣化すると言われているが、その点についてどう考えているか？

→**JIFPRO**: 確かに、SAP を何回も使用すると、PF 曲線が変わって吸収能力が落ちる。農業分野では、SAP の吸収能力の長期持続性が求められると思う。一方、植林分野では、SAP を用いることにより、植栽直後の水を有効活用することで、植栽直後の活着、初期活着を向上させる目的で使用されるので、長期持続性は必要ないと考えている。

→**委員**: 弊社のブラジル(産業)植林地では、SAP を使用しているが毎年常時使用している訳ではない。例えば、例年より早めに雨期が終了し、降雨が少なくなった場合等に限って、注入器を用いて植え穴にゲル状 SAP を施用し活着率の向上を図っている。本調査結果は、SAP の植林利用について基礎的な情報を提供するものであり、民間企業にとって大変有用で有難い。

林野庁: 今後、成果を公表するにあたって、事前に民間企業の要望等をヒアリングする等、コミュニケーションを取っていく予定はあるか？

→**JIFPRO**: 既に、SAP メーカーからは連絡がありコミュニケーションを取っている。ユーザーである植林企業は、企業秘密などの観点から、SAP の施用技術等について公開できない場合が多く、ヒアリング等は予定していない。ただし、本委員会やセミナーを通じて SAP ユーザーである植林事業者からもフィードバックをもらった。

委員: SAP のコストはどの程度か。

→**JIFPRO**: 今回、試験に用いた SAP の単価は 1,600～1,900 円/kg である。したがって、縦・横・深さ 30cm の植え穴に、0.2%重量ベースで混ぜた場合、1本あたり 70～90 円になる。ただし、産業植林等で大量に使用する場合には、大量購入で安く仕入れることができるので、単価も安くなる。

委員: 土壌中のカルシウム等の陽イオン含量の関係で、SAP を使うのに適さない条件の土地もある。使える条件、使えない条件を可能な限り示していけると良い。

→**JIFPRO**: SAP の使用限界が分かるようなかたちで成果を公表していきたい。

委員: SAP が保持している水の中で、実際に植物が利用できる水の量、すなわち pF4.2 までの有効水の割合は？

→**JIFPRO**: 森林関係の調査研究機関で、そこまで分析できる所は見つからなかったのも、本試験結果から推察するしかない。植物が利用できない水は、それ程多くないと考えられる。

1-2. JIFPRO により実施する実証試験 —M-StAR 長根苗による半乾燥地造林—

委員: シュートはどこ部分を指すのか。

→JIFPRO: 地上部分で、茎や葉っぱすべてを合わせた部分。

委員: 成長の違いは既に知られていた樹種特性なのか、今回の試験で分かったものか。また、対象樹種が早生樹なのか、先駆種や極相林を構成する樹種なのかといった情報はあれば、それも考慮したほうがよいのではないか。

→JIFPRO: 早生樹かどうかはケニア森林研究所で把握しているのでその情報も利用する。

→委員: 同じ属や同じ立地条件に生育する樹種でも、乾燥に対する適用・反応が違うのがあるので、無理にグルーピングする必要はない。それよりも、各樹種がどういうパターンで成長しているかを整理するだけで十分である。違う成長戦略を持っているから、違う樹種になっているわけで、それを無理にグループ化するのは難しい。

→JIFPRO: 25 種だけでなく、それ以外の樹種の成長パターンの予測にも参考になるようにグルーピングしたかったが、それよりも対象樹種の個々の特性を整理することを重視したい。

→委員: 委員に賛成で、グルーピングしても実際の土壌条件によって成長パターンが変わる可能性があり、グルーピングにこだわらないほうがよい。

委員: 樹種は自生しているものか、外来種は？

→JIFPRO: ユーカリは外来種で、その他はほとんど在来種でよく植えられる樹種。

→委員: アラブで見た *Ziziphus mauritiana* は細長かったので成長が遅いと思う。

委員: 過去に対象 25 樹種は課題解決・技術開発のための植栽試験をやっているのか。

→JIFPRO: メリアや *Osyris lanceolata* (サンダルウッド) 等の一部の樹種はケニア森林研究所が植栽試験を実施(生残差ではなく成長差を見るのが多い印象)。

→委員: それでは今回の技術開発の目的(試験の意図)は何か。年間降水量が 900mm ある場所で造林を促進するうえでの課題解決案として、通常の植え方では 11 月降雨量がなくなった時に枯死し、長根苗では生きるものを探しているのか、それとも 7~9 月など乾季植栽を想定しているのか。

→JIFPRO: 今回の試験の主目的は植栽可能時期を広げること。現状、雨季が遅れて植栽時期が遅れることが多々ある。そういった状況下で植栽後の雨季が短くなってしまっても確実に乾季を乗り越えられる技術として長根苗に着目し、実際に乾季に入る前の 5 月頃に植え、植栽後すぐに乾季が来ても長根苗であれば乾季を乗り越えられるかを実証するのが試験の目的。

委員: ケニアで長根苗を普及するにあたって、資材調達の面で課題はないのか。

→JIFPRO: M-StAR は現地で手に入らないので、実用化するためには日本から輸出しなければならないので、実際の調達にあたってはケニア政府や日本の企業ともよく話合う必要がある。コピーはケニアでは安価で手に入る。

→委員: M-StAR は繰り返し使えるので、輸出手続きさえ進めば普及しやすいと理解。

委員:長根苗なので、実際の植林地の深さ毎の土壌水分の年変動がどうなっているか、といった環境データもあると、長根苗技術を普及する際により説得しやすくなるだろう。

1-3. 保育ブロック工法を用いた緑化の技術開発

委員:植栽時、保育ブロック苗(大)の樹高が高い理由は何か?

→応用地質:育苗方法、育苗期間は、ポット苗や保育ブロック(小)と同じだが、保育ブロック(大)の根鉢が大きいため、比較的大きく成長したと考えられる。

委員:本試験の保育ブロック苗の根の写真を見ると、直根だけでなく根が横にも広がっているが何故か?

→応用地質:苗畑での育苗中、側根も保育ブロック内部に伸長していて、保育ブロックの側面で空気根切された状態である。植栽後にその側根が横方向に伸びたと考えられる。

委員:本試験結果を見ると、生残率及び成長に関して、保育ブロック苗とポット苗との間であまり差が無い。その原因は何と考えているか?

→応用地質:ポット苗の育苗期間が従来方法より短く、ルーピングが少なかったと感じている。そのため、植えた後、根が伸びやすかった可能性がある。ただし、直根については、ポット苗よりも保育ブロック苗の方が大きく伸長し、統計的にも有意差が出ている。生残率に差がない理由として、植栽後に、すべての苗木が枯死することを心配して2回も大量に灌水を行ったことが考えられる。本来、ウズベキスタンでは灌水をしないため、灌水しなければ、ポット苗と保育ブロック苗の間に生残率に差が出た可能性がある。

→委員:そうすると、育苗期間などを考慮して、根のルーピングを未然に防げば、コストの安いポット苗でも生残率が確保されるかもしれない。

→委員:現地では、通常50cmの穴を掘って植えるとのことだが、試験の時は、どのようにして植えたのか?

→応用地質:オーガーで直径20cm、深さ50cmの穴を掘って植えた。

→委員:通常のポット苗の植栽では、そこまで深く穴を掘らない。今回の試験では、ポット苗としては、通常より良い植え方をして生残率が高くなった可能性もある。ポット苗と保育ブロック苗の間に差が出なかったのは、もう少し工夫の余地があったかと思う。また、植え穴の外、土壌の堅いところに根は届いていたのか?

→応用地質:根を掘り起こす前に、土壌を柔らかくするたえに水を撒いており、正確には分からないが、植え穴の外にも届いていたと思われる。

林野庁:コストなどについて、裸苗・大苗・ポット苗の比較表が示されているが、保育ブロックも比較対象として加えることは可能か?その際、コストについて具体的な金額を入れることは可能か?

→応用地質:最終報告書には、保育ブロック苗を含めた比較表を記載する予定。大苗と保育ブロック苗のコスト具体的な金額を昨年度の報告書に記載している。保育ブロックは大苗の半額のコストで済む試算結果が出ている。

委員: 植栽試験に見られる初期成長の差は、その後年数(3~4 年)が経てば、その差がなくなっていくのが一般的である。したがって、コンテナ苗と保育ブロック苗の根に関しても、今後、初期成長で見られた差がなくなっていく可能性が高い。

→応用地質: 補助事業終了後も、来年まで追跡調査を行う予定である。

1-4. 外部委託により実施する実証試験 2 —バイオチャーを用いた土壌改良—

委員: 産地によってカリウムの含有量が異なることは良くあることなのか?あるいはインドネシア国内でもバラつくと考えるべきなのか?

→委員: 土壌の影響を受けるため、幹のカリウム含量にバラツキは出るだろう。もう一つは、炭を焼くときの温度で炭化の割合が異なるため、炭化が進むほど濃度が高くなる可能性がある。今回の分析では繰り返しがないため有意な差かどうか分からないことと、炭に焼くときも全く均質なものが製造できているわけではないことにも注意が必要。

→日林協: 同じ個体でも、心材か辺材かというところでもデータがバラつく事はある。今回、分析に用いたサンプルは、ある程度まとまった量を粉砕して混ぜたうえで分析を行っているが、反復は取れていない。

→委員: 反復がないとデータとしての信頼性がないため、繰り返しをとってどれくらいのバラツキが生じるのかを出す必要があるだろう。

→日林協: 化学性の分析は費用的に負担が大きいので、分析にかけるサンプルの種類を減らす等の方法を検討したい。

→委員: また、サンプルを粉砕して分析しているということだが、実際施用している炭よりも表面積が大きくなっている可能性があるのではないかと?

→日林協: 現地と比較して、かなり細かく砕いたサンプルで室内試験の計測は行っている。室内試験の中では、各サンプルの粒径は揃えている。

委員: スライド 6 の植栽試験の方法について、化成肥料の施肥は行っていないのか?

→日林協: 化成肥料の施肥は行っていない。地拵えの際に処理した雑草は土壌にすき込んでいく。

→委員: 現地でキャッサバ栽培の際は、化成肥料は使わないのか?

→日林協: 現地では通常、キャッサバは焼き畑で栽培され、化成肥料は用いられていない。

委員: 2020 年植栽は想定に反して炭を施用した箇所で生育が悪く、炭が多すぎたかもしれないとのことだが、スライド 9 の 12.9 kg/m^2 とはスライド 6 の 2019 年度の植栽区との施用量の比較をしようとした場合、50 cm の深さの植穴全体への施用量を平米換算した値という理解で良いか?

→日林協: その理解で間違いはない。深さ 50cm 分の施用量を、植穴の面積で割った値が 12.9 kg/m^2 となる。土壌との重量比で 2%の量を混ぜ込んでいる。一方で、2019 年度の植栽区は、0.39%と 1.54%の重量比で炭を施用した。

→委員: 炭の濃度はそれほど変わらないが、混ぜ込む深さを 50 cm までに変えたことも影響してい

ると考えられるか？

→**日林協**:2020 年度の植栽区画がなぜこういった結果になったかについては、まだ原因は分からない。現地の技術者とやり取りしながら考察を深めていきたいと考えている。

委員:2019 年度は炭を施用し、2020 年度に初めて半炭を施用したということのようだが、そもそも実験計画に不備があったのではないか？2019 年度と直接比較できない設計の試験で、2020 年度と違う結果が出た理由を探しても難しい。また、対象樹種を *Maesopsis* とした理由は？

→**日林協**:2020 年度の計画段階で、炭の施用で有意な成長量増加が確認されていたため選定した。マメ科ではないため、炭と半炭の栄養塩量の違いの効果を見るためにも適しているのではないかという想定もあった。生存率についても炭の施用区で 90～85%程度、無施用区で 80%程度の生存率があり、同程度の生存を期待していたがうまく行かなかった。

委員:炭の効果がある樹種、無い樹種があることについては、どのような理由が想定されるか？

→**日林協**:2019 年度の植栽区画は土壌表層にバイオチャーを施用しているため、深根性の樹種は効果が出づらく、浅い層に根を張る樹種の方が効果が出やすいのではないかと考えている。そういったところを確認するために、今後の調査として根系調査を計画している。

→**委員**:現時点では、どの樹種が深根性で、どの樹種が浅根性ということは分かっているのか？

→**日林協**:文献調査で各樹種の資料を集めてはいるが、根のデータは集まりづらいのが実情。

委員:最後のまとめ方として技術マニュアルの作成とあるが、どのように結果を反映させる予定か？

→**日林協**:2019 年度植栽区の結果から言えば、バイオチャーの施用により成長に効果のある樹種と無い樹種がある。また、キャッサバの収穫量についても大きな効果が出ている。そういった所も加味してコスト分析を行い、結果を取りまとめた。

議題 2. 今年度から新規委託調査業務(国際航業株式会社:立地条件を考慮したマングローブ再生技術マニュアルの作成)

委員:提示している失敗例については、以前マングローブ林であったがなくなった場所に植えたのか、それとも以前マングローブでなかった場所に新しくマングローブを植えて失敗したのか？

→**国際航業**:以前マングローブであったが、何らかの理由によりマングローブが育たない条件になってしまった場所に植えたようである。本ガイドブックでは、マングローブの再生・回復を想定しており、もともとマングローブが生育していない場所への植林は考えていない。

委員:事前に植栽適地を確認することが重要であると思われるが具体的には？

→**国際航業**:マングローブは、平均海水面と平均高潮位の間で生育できる。もともと生育可能域であったが荒廃後に地盤の変化等があつて、潮流が入らない環境になる等、立地環境が変化し生育範囲外となったこと等を確認する必要がある。

→**委員**:ガイドブックには、何が失敗原因かをできる限り明確に記載して貰いたい。

→**委員**:失敗事例は大変参考になる有用な情報である一方、なかなか外に出てこないと思うが、そ

れらをどのように収集するのか？また、失敗の原因は植栽技術面だけでなく、土地の管理や住民など社会的要因も考えられると思うが、その辺りも調査の対象として考えているか。

→**国際航業**: 一般的に失敗例は出しにくいものだが、作業していく中で既にいくつか見つけている。網羅はできないが、公表されている失敗事例については出来る限り収集し分析したい。今回、技術面についてメインで触れていくが、社会面を無視していくものではない。

→**委員**: failed case mangrove forest と検索すると失敗事例が紹介されている HP があるので活用してほしい。

林野庁: マングローブ植林が成功するためには、社会的要因、政府の法令、土地所有者との調整等も必要だと思われるが、ガイドブックにはそれらの情報を含めるか？

→**国際航業**: 本ガイドブックは、技術がメインだが、マングローブ再生にあたって、社会的要因等がクリティカルであることを紹介している文献資料があれば紹介したい。

委員: 植林コストの記載がある文献資料があればぜひ記載してほしい。

→**国際航業**: BOX のコストベネフィットのところ記載する予定である。

委員: 既存マニュアルの紹介では、著者や出版社、雑誌名の記載がない。ガイドブックには、URL 等も含めて情報入手先を明記してほしい。

→**国際航業**: 最後の文献リストに、それらの情報を記載する。

その他: 次回の委員会について

委員: 次回の第3回委員会は、5年間の成果として、総合まとめを行うべきではないか。最初に設定した課題に対し、どういった成果か示す、ということ。

→**委員**: 同意する。5年間の成果を議論するとなると、これまでの先行研究と何が違うのか、どこまで公開するのか含めて議論する必要がある、時間がかかるのではないか。開催方法のやり方を工夫する必要がある。

→**JIFPRO**: 5年間のまとめは必要と考える。林野庁への報告としては単年度であるが、JIFPRO として HP に掲載するなど公表するにあたって、その内容を議論いただくと良いかと思っている。事前に資料を委員に送り、意見をいただくなど工夫したい。

→**委員**: 限られた時間で細かいところまで見ていくのは難しいかもしれないが、工夫いただけるとありがたい。

→**委員**: 本事業による技術をどこまで信頼してもらえるかが重要で、不確かなものは公表できないので、どこまで公表するかしっかり議論する必要があると思う。

9.3 第3回委員会

日時	令和4年3月9日(水) 13:00~16:00
会場	林友ビル 6階 中会議室
議題	議題1. 昨年度から継続して実施する森林再生技術(本事業の最終成果物について) 1-1. JIFPROにより実施する実証試験1—M-StAR長根苗による半乾燥地造林— 1-2. JIFPROにより実施する実証試験2—高分子吸収剤を用いた半乾燥地造林— 1-3. 外部委託により実施する実証試験1—保育ブロック工法による乾燥地造林— 1-4. 外部委託により実施する実証試験2—バイオチャーを用いた土壌改良— 議題2. 今年度から新規の委託調査業務—マングローブ再生ガイドブックの作成— 議題3. 森林再生テクニカルノート(最終成果)
配布資料	議事次第と出席者 説明資料1 厳しい乾燥下でも生き抜くM-StAR長根苗 説明資料2 高分子吸収材(SAP)で土壌水分を保持 説明資料3 根の力を活かす保育ブロック苗 説明資料4 砂質土壌を改良するバイオチャー(炭) 説明資料5 マングローブ再生ガイドブックの作成 説明資料6 森林再生技術データベース(森林再生テクニカルノート)最終成果
参加者 (計18名)	委員:岩田委員、宇都木委員、丹下委員、谷本委員(オンライン)、吉川委員 林野庁:山崎室長、石川調整官 JIFPRO:太田理事長、高原専務理事、高橋技術顧問、田中技術顧問、仲摩主任研究員、柴崎研究員、倉本研究員 日本森林技術協会:相川主任技師 応用地質:浅見技師長(オンライン)、大林技術職員 国際航業:松井主任技師(オンライン)

1-1. JIFPROにより実施する実証試験 —M-StAR長根苗による半乾燥地造林—

委員:4 ページで構成される成果物は事業のウェブサイト(森林再生テクニカルノート)に掲載するのか?

→**JIFPRO:**その通りである。

委員:誰をターゲットにした資料なのかが分かりにくい。試験の結果がダイジェストで紹介されているが、この試験でどこまで分かり、どこまでが分からないのか、どこまでが使える技術なのかが明確に書かれていない。全て読まないと読者が判断できない構造になっている。もう少し、分かりやすい提示の仕方を検討されたほうがいい。まず結論を明確に書くべきだろう。

→**委員:**乾燥地で植林を検討する人に向けた情報発信になっているかどうか確認したほうがよい。論文ではなく技術情報として出す場合は、どういう課題を改善するための技術開発なのかをアピールすべき。例えば、1 ページ目の冒頭で、乾燥地は乾季に雨が降らないため乾季に枯死しやすい

い、ただし土壌深部は水が残っている場合が多い(乾燥地の土壌環境特性を説明)、その特性を考慮して、乾燥地での植林技術として地中海性地方では長根苗が使われている、ミャンマーやケニアの乾燥地造林での従来法の問題点(灌水必要、植栽コスト高い、労力が多い等)をあげつつ、長根苗により植栽時のコスト・労力を軽減できないかという話の展開が必要。そのうえで、今回の試験で確実に言えることを説明(長根苗の育苗方法は確立、こういう環境で育てれば長根苗ができる、根鉢は柔らかいままの樹種・深度もある等)。植栽試験は再現性が低く確証がないので、補足的な情報として載せる程度でよいだろう。確実にいえるところをアピールされたほうがよい。読者がどういう情報を求めているか、どこまでは使ってもよいのか?を念頭にまとめたほうがよい。

委員:ミャンマーでは全5樹種で長根苗は成功といってよいのか?この技術は完璧でどこでも使えるという書き方は誤解をまねくので避けたほうがよい。むしろ、この樹種はこういう問題があるといった、悪い点や課題を明記したほうがよい。

→**JIFPRO**:育苗段階では全て長根苗を育成できたが、今回試験を行うことができた雨季植栽では従来法でも80%の生残率で、長根苗の効果は明らかではなかった。

→**委員**:根鉢の硬さのところで、育苗期間がのびても根鉢が形成されていない樹種はどう評価するのか?

→**JIFPRO**:植栽自体はできるが、作業効率が落ちてしまう。

→**委員**:それはポット内の水分環境に応じた樹種特性だと思うので、そういう情報も示したらどうか?

委員:情報としては網羅されていると思うので、今回の試験で確実に言えることと、まだ検討の余地があり技術として確立してないところが分かりやすくなるような構成・配置・階層にしたほうがよい。現状は、情報が色々なところにちらばってしまっている印象。そのためには、冒頭のところで、全体像が分かるように概要を書かれたほうがよいだろう。

→**委員**:文章、図、ポイント、技術として確立したところ、課題を最初の1ページで記載すべき。

→**委員**:M-StARの販売のためのパンフレットでないので、いいところだけでなく、M-StARや長根苗のよくなかったところを明記することが大事。それを明記することで別の人が同じ間違いをしなくて済む。例えば、長根苗に向いていない樹種の情報は大事である。

→**JIFPRO**:今実施しているケニアの試験では長根苗に向いていない樹種が出てくるかもしれないので、それは報告書で記載したい。

→**JIFPRO**:技術の限界、メリットとデメリットを示すのは大事と認識。今のままでは、字数も多いので、メッセージが伝わりにくい。ただ、情報としては大体網羅されていると思うので、もう少し分かりやすくする工夫をしたい。

→**委員**:年度末の林野庁への報告書とは違うものでも構わないので、読者は誰なのかを想定しながらウェブに載せてほしい。まず1ページ目で、細かく読む情報があるかどうか、自分の興味のある分野かどうか判断できるように工夫したほうがよい。そのためには、現地の課題をどう解決したか、どこまでが技術として確立し、まだ課題として残っているのは何か、冒頭で述べるべき。

→**JIFPRO**:階層構造を意識する。

→**JIFPRO**: 冒頭を論文のアブストラクトのようにして、いいことだけでなく、残された課題もはっきり書くようにする。

→**委員**: 1 ページめの四角で囲まれた場所の文章を増やし、全体像が分かるようにしたほうがよい。この試験は、長い苗を作ることがポイントで、その育苗はうまくいったことを示す。

委員: 乾季植栽で生残率がよかったということは、乾燥地での植栽可能期間をのばすだけでなく、補植コストの削減につながると思うので、それもアピールしたほうがよい。育苗コストは高いが、全体の事業コストは安くなると思う。

1-2. 高吸水性高分子材 (SAP) を用いた半乾燥地における植林技術の開発

委員: 重力水の表記がわかりにくい。重力水は排水されて利用できないように取れるが、説明では排水されずに保持され苗木に利用され、有効水となっている。

→**委員**: 非常に利用されやすいので、超易有効水とも呼べそうであるが検討されたい。

→**太田理事長**: 1 日で排水されない分は植物に有効なので、それを区分できないか。

→**JIFPRO**: 重力水という用語自体は確立しているので用いているが、ご指摘の点が誤解されないよう、重力水とした分が有効であることをグラフの表現を検討する。

委員: 私の経験であるが、SAP を入れ土壌が湿っているのに近くの苗木が枯死した経験がある。乾いた SAP に雨が降ったり灌水したりした場合、初期の水分は pF4.2 以上の張力で保持され、植物が利用できないのでは。

→**JIFPRO**: SAP に水が浸透する時、吸水された水分は低ポテンシャルから高ポテンシャルまで一定の割合で分布しており、灌水初期でも植物に利用可能されると判断している。

委員: SAP にはいろいろな製品があり中には強い吸水性を示すものがあり、安価でも利用は推奨されない。誤解の生じないように使用した SAP の製品の素材を示すべきである。商品名は示さなくとも、ポリアクリル酸やアクリルアミドなどの成分は示した方がよい。

→**JIFPRO**: 試験に用いた製品の成分で開示されている情報は明示するよう修正する。

委員: 表示の問題であるが 50 倍、300 倍というのは SAP1g に対して例えば 300 倍 (300ml) の水を加えたということか、それとも SAP が 300 倍に膨れたという意味か。

→**JIFPRO**: SAP1g に対して 300g の水を加えたという意味である。

委員: ミャンマーの乾燥地の植林の写真が使われているが、実際の内容は研究室内での実験が主だったと理解。事情があつてのことと理解しているが、読み手からするとミャンマーでの試験結果と受け止めるかもしれない。

→**JIFPRO**: ご指摘のように当初ミャンマーでの野外試験を予定しており、予備的試験を行った時の写真を用いた。国内試験にとどまったのが現実で、違和感は著者も同感するところ。ミャンマー中央乾燥地は SAP 利用が可能なサイト例としてご理解いただければと思う。

委員: 苗木の発根状態の写真をみるとヒノキにも効果があるように見えるが、重量を測ったデータを見るとあまり差が見られないように感じる。何か理由はあるか。

→**JIFPRO**: 発根量は統計的な有意差がなかった。今回は重量を測定したが、ヒノキの根は細いので、伸長量で評価すると有意差が検出できるかもしれない。

1-3. 保育ブロック工法を用いた緑化の技術開発

委員: 保育ブロックのメリットは、ポット苗のような根巻き(ルーピング)がないことか。

→**応用地質**: 根巻した根は根が伸びにくく、乾燥によって枯死しやすいことを前提として、根巻していない保育ブロック苗によって生残率を高めることを目的として試験を行った。

委員: 保育ブロックは保水力があるとのことだが、ポット苗も根鉢に土があり水分を含んでいる。保育ブロックに含まれる水分とポット苗の根鉢の土に含まれる水分量に違いはあるのか。

→**応用地質**: (土の含水率は分からないが)今回は試験では、保育ブロックとポットの土の容積を同じにした。また、市販のポット苗では育苗期間を長くするため、根鉢の大きく土の量が多いものもあると思う。

委員: 保育ブロックは根が下に行くのが一つの売り。(既往の試験結果である)p.2 の根の張り方の図でかなり差があるが、(今回の試験結果である)p.4 だと 10cm くらいの差しかない。このことから、ポット苗を改良(寝巻きしないように)すれば、保育ブロックでやる必要性はないことになる。

→**応用地質**: ポット苗はもっと長期に育てることが多く(今回の試験では 3 月～10 月の 8 か月)、根巻(ルーピング)ももっと強いものと思われる。本試験では保育ブロック苗に合わせ、育苗期間を短くしたことで根巻がゆるく、根が伸長できたため、差が出にくくなった可能性がある。

委員: 保育ブロック苗は、(金網に乗せて空気根切りしているため)苗畑など育苗場所に長期間置いておいても根巻きしないということ。保育ブロック苗の良さをどのようにアピールしていくのか考えていった方がよい。

委員: 空気根切りを行い、根がルーピングしないことはコンテナ苗、長根苗、保育ブロック苗どれも同じである。今回、長根苗と保育ブロック苗の成果を同時に公表することになる。閲覧した人がどちらの技術が自分たちに適しているのか判断できるように、長根苗と保育ブロック苗の違いやメリットを、もう少し明確に書いて欲しい。

→**応用地質**: 保育ブロックのよいところは、根系の周りの土が緩衝材になることである。書き方が弱い可能性があるため、もう少し強調できるように考えてみる。

委員: 降水量 100mm のヌクスでの成果を、生残率 50%、平均樹高 2.5m と記載するしてしまうと

誤解が生じる。この試験地は灌水も行っていたはずで、砂質砂漠土ではすべて枯死している。結果を良いように書くと、その部分だけが切り取られて伝わっていつてしまうため、書き方に注意してほしい。沖積草原土での成果、砂質砂漠土での成果をはっきりと分けて、分かりやすくまとめて欲しい。

→**応用地質**: スクスのデルタ地帯は、夏は水路から週複数回の灌水をしている。保育ブロック苗ではそのような灌水をしないで育てた結果を掲載している。

→**委員**: 今の資料ではそれが分からない。デルタ地帯の結果、水路、砂質砂漠土が表現されており、理解できないと思う。

→**応用地質**: スクスもデルタ地帯と砂質砂漠土が誤解されるので、今まで示したポンチ絵を入れるなど工夫してみる。

委員: p.3 で保育ブロック苗と高分子保水剤の併用の可能性を示されており、確かに考え得る展開だと思う。報告書でも良いので、土壌にどのくらいの割合で混ぜ合わせたのか記載しておいてほしい。

委員: 保育ブロック苗の成果として、植栽 3 年後に平均樹高 2.5m まで生長したことを示しているが、これは保育ブロック苗の効果を表す成果なのか。保育ブロックが苗木の初期生長を助けるものであるならば、植栽 3 年後までの結果はいらないのではないのか。また、砂質砂漠土の成果はネズミによる食害の影響を受けていたはずで、記載する必要があるのか？それよりも、以前ポンチ絵を作成していたように、保育ブロック苗が適用できる地理的条件の範囲などを説明したほうが良い。

林野庁: 質問が3つある。

① p.4 の育苗コストには、種子の調達、育苗やそれに係る資材費などのほか、どのような項目が含まれているのか。

② 保育ブロック苗の 2～4 年目に「管理」とあるが、どのような内容を指しているのか。

③ 大苗 6 年目以降、保育ブロック苗 4 年目以降は差がないため記載していないのか。

→**応用地質**:

① 聞き取り調査の結果を基にコストを計算している。そのため、大苗では、播種に係る人件費や床替えに係る人件費等を項目として挙げている。一方で、例えば地拵えで使用するトラクターやその燃料については計算に含めていない。

② 管理は、灌水と除草で、アングレンでの試験の実態に合わせて算出した。管理期間の 3 年は仮定であり、苗木が大きくならないようなことがあれば除草期間などが伸びる可能性はある。

③ 大苗の 6 年目以降、保育ブロック苗の 4 年目以降は、苗木が大きく生長し除草等の管理が必要ない同じ状況になると仮定している。

委員: 根が地中深くまで伸長すれば灌水を必要としない、樹高が高くなれば除草は必要ないという仮定を置いたということか。

→**応用地質**: その通りである。苗木が草丈を超えるくらいになるまでは除草が必要とし、それを管理

コストとして計算した。大苗は植栽時の樹高が高いため、植栽後の除草は必要ない。

委員: 最終成果の資料にも「管理」とはどのような内容か書いた方がよい。大苗は樹高が高いため除草は必要ないとのことだが、根はそれほど伸びていないはずで、灌水も必要ないのか。

→応用地質: 現地では灌水せずに、枯れたら補植することを繰り返して、植林を進めている。

1-4. 外部委託により実施する実証試験 2 — バイオチャーを用いた土壌改良 —

委員: 焼畑は養分を増やすことが主目的である一方、バイオチャーのすき込みについては土壌理化学性の改善を目的としており、養分の持ち込みについてはあまり触れられていない。そもそも両者は施用目的が異なるのではないか？

→日林協: 今回の資料では図として示していないが、バイオチャーにも植物が利用可能な養分は含まれている。それに加えて保肥力、保水力の向上を狙えるという点がバイオチャーの利点と考えている。

委員: 1 ページ目のポンチ絵についても、栄養素を示す五角形が外部から来た栄養素を示すのか、栄養素の保持を示すのか等、理解しづらい。

→日林協: バイオチャーによる保肥力の向上を示す意味で、バイオチャーを施用した土層に五角形を多く配置している。栄養素の量については、外部からの供給としてバイオチャー自体に含まれるものと、雑草管理の際に土壌にすき込まれるものがある。それらの栄養素もバイオチャーの施用による保肥力の差で保持される、されないという違いは出るものと考えている。

→委員: ポンチ絵に外部からの栄養素の添加についても書き加えてはどうか。

→日林協: 理解しやすい表現となるように修正する。

→委員: 技術の新規性の部分で、「より効果的で長期的な」という表現があるが、長期的という部分は本試験のどのデータから示されるものか？

→日林協: 現地の焼畑が火入れ後 2 年だけ耕作して、その後は休閑されるサイクルとなっている。バイオチャーについては土壌中で非常に分解が遅いことが知られており、少なくとも物理的な孔隙構造に由来する保水性の改善は、長期渡って改善が期待できるものと考えている。

→委員: バイオチャー孔隙の道管、仮道管に粘土が詰まってくれば効果が失われるように思うが、その点はどうか？

→日林協: 今回の試験対象地でいえば、土壌粒子の粒径組成はほとんど砂であり、細かい粒子はほとんど入っていないため、その点は問題ないと考えている。また既存の研究事例では、バイオチャーの施用による土壌物理性の改善効果は、砂質土壌で保水性にプラスの効果が得られる一方、粘土質の土壌では保水性はマイナスで、むしろ透水性を高める目的で施用が行われている。

→委員: その辺りが既知であるならば、新規性はこういった部分か？

→日林協: バイオチャーの施用による土壌改良については多くの研究事例があるが、アグロフォレストリーのために施用を行った点は新規性がある（→効果が長期になるような技術開発は行っていない）。

→**委員**:何が売りなのか、どういった課題解決を行ったのかという点は分かりやすく記載してもらいたい。

委員:農業生産の向上のためにバイオチャーを撒くという話だと、逆に森林の減少に繋がりはしないか？未利用資源の利用で森林減少は抑えられるかもしれないが、そういった資源には炭やきの技術がないのではという懸念がある。最終的に、バイオチャーの原料については、結局木材が良いのか、タケやパームでも使えるという話なのか、どういった原料がよいといったことが明確にいえるかどうかと分かりやすいのではないかと。

→**日林協**:原料ごとの違いについて少し補足すると、例えばキャッサバやタケは木材と比較してカリウム等の栄養素の含有量が高い傾向にある。今回の資料では示していないが、そういった原料ごとの違いはある。4 ページの紙面にどこまで盛り込めるか検討するが、詳細は報告書を参照してもらうといった書きぶりもあるかと思う。

林野庁:委員のご指摘のように、森林伐採につながるような話の内容とならないように留意して欲しい。また、ざっと見ての印象で全体として森林よりも農業の効率を上げるような文脈のようにも思われるので、森林減少を防ぐ、森林を再生するという部分にフォーカスしたメッセージを出してほしい。具体的に挙げると、例えば、1 ページ目の目的で、燃料、食糧生産が挙げられているがアグロフォレストリーと森林・木材の関係がパッと見て分かりづらいため補足を入れた方がよい。実際にバイオチャーを施用した箇所に樹木を植栽をすることとの関係などももっと触れてはどうか。また、これまでの経過もあるのでここでは情報提供までだが、バイオチャーという表記について、農林水産省の他事業ではバイオ炭という表現を用いているので、対外的に分かりやすい用語として、将来的に考えても良いかもしれない。

委員:全体的な論調として、バイオチャーがこんなに良いんですという書きぶりになっているが、バイオチャー施用にあたって何に課題があるのかという部分をより明確にしてもらいたい。焼畑農地に施用するにあたって、何を克服する必要があるのかという点が明確でないため、新規性が分かりづらくなっている。

→**委員**:例えば、土地利用のサイクルが短くなっている背景として、人口増加に対する食糧生産が不足しており、単位面積あたりの収量が小さいためにローテーションが短くなっているが、収量が上がれば改善できるといったところを課題として説明してはどうか。食糧生産が全く林業に関係ないということはないと思うが、どのように貢献するのかという点は明確に書いてもよい。ご指摘にあったように、これが森林破壊に繋がらないということについては説明が必要。

委員:コストの 727USD/ha は、2.0kg/m² の施用量か、0.5kg/m² の施用量か分かるように記載を。

→**日林協**:資料では2.0kg/m²の施用量に対してのコストを示しており、その点は説明を追加する。

→**委員**:かなりのコストがかかっており、1 回だとペイしなくなっている。

→**委員**:0.5kg/m²でもキャッサバの収量は1.3倍になっており、そちらの計算結果も示してはどうか？

→**日林協**:アカシア以外の植林では、1 サイクルで 2 回のキャッサバ生産が可能であるため、1 サイクルでコストを回収できる計算にはなる。

→**委員**:2 回目も同じ収量を上げるというデータは取れているか？

→**日林協**:データを得るべく植え付け自体は行ったが、現地に確認したところまだ収穫には早すぎるとのことで、データの取得には至っていない。

→**委員**:2 回やればコストは半分というからには、そのデータが必要(→データがないので半分になると書かないほうがよい)。

→**日林協**:その部分は課題として残っている。ただ、今回はキャッサバから得られる収入だけでコスト回収を考えているが、植林の方でもバイオチャー施用の効果が出ている樹種もあり、そういった樹種では林業収入を計算に入れることができる。

委員:全試験に共通する部分として、見る方に有用な情報を分かりやすく示すことを念頭に修正をお願いしたい。

議題 2. 今年度から新規委託調査業務(国際航業株式会社:立地条件を考慮したマングローブ再生技術マニュアルの作成)

委員:「マングローブ」と「マングローブ林」の言葉の使い方について見直す必要がある。例えば、「マングローブの再生」や「マングローブ林の再生」と記述している箇所があり、一貫性がない。

委員:スライド P8 のグラフの縦軸(数値・単位)が何を示しているのかわからない。同じくマングローブロス図中の km は km² のことか？また出典について明記が必要。

委員:スライド P11 の表について地盤高に単位がない。cm だと思うが明記が必要。

委員:スライド P8 やスライド P13 のグラフには出典を示す。その他にも、この事業で取得したデータでないものについては、出典を示す。スライド P15 の図も国際航業が開発したものか、情報収集を引用した結果なのかをしっかりと書いて欲しい。

委員:本委員会で説明に用いたスライドは、委員会用の説明用資料と理解しているが、ガイドブックは別途作成しているのか？

→**国際航業**:ガイドブックは別途作成している。本説明資料はガイドブックからの切り貼りで作成した。ガイドブックには、ご指摘の出典等を記載している。

JIFPRO:現時点でガイドブックは 90%ほど完成しており、最終版が完成次第委員にも PDF で配布するようにする。

委員:(スライド P8)要因別減少の自然要因が気候変動というのは抽象的。例えば激甚化したサイクロンなのか、海水の温度上昇なのか具体的な記載が欲しい。

→**委員**:(スライド P12)苗畑の造成方法について丁寧に解説頂けるようであるが、種の採取方法に

ついでの情報に記載してもらえないか。

→**国際航業**: 検討する。

委員: (スライド P11) ある文献によるとマングローブは地盤高などの条件があっていないところに植林してしまうと全滅するケースもあるという。成長速度の図に記載のある 4 種類は、地盤高などの植栽条件が揃っている場所での比較という理解でよいのか？

→**国際航業**: 4 種類は同じエビ養殖池跡地で植えているので条件は同じである。タイには 70、80 種類のマングローブがあるが、全種について植林技術は確立しておらず、図中で扱っている 4 種類はタイにおいて植林技術が確立している 4 種を扱っている。

委員: スライド P7 と P9 で紹介しているウェブサイトだが、どの主体(どこの協会とか、公的機関か、NGO 等)がこのサイトを運営、管理しているのか、ガイドブックに情報として記載すると見ている側の参考になると思う。

また、失敗事例についてはデリケートな情報だと思うので、この調査で失敗と判断したものではなく、すでに失敗事例としてまとめられているものを紹介する形としたほうが良いと思う。

委員: スライド P9 の COP26 におけるマングローブ林の再生に扱いに関連して、国際的な取り組みにおけるマングローブ林の位置づけや炭素クレジット、ブルーカーボンなどについても記載があると民間企業にとって有益な情報となり、より支援が広がるのではないかと。記載していなければ記載してほしい。

→**国際航業**: 記載内容を確認し、検討する。

→**委員**: ブルーカーボンは国内でも着目されてきている。また、炭素だけでなく生物多様性なども関わってくるため、重要な生態系だと認識している。

→**国際航業**: 本ガイドラインでは、マングローブを含むブルーカーボンの炭素貯留量の推定方法等については、森林再生技術とはかけ離れた内容になるので、取り扱わない。

→**JIFPRO**: 今回、マングローブ林再生のためのマニュアル本なので、ブルーカーボンの重要性等を背景として記載することはあっても、炭素クレジットがいくらになるかというような分析はしない方針である。

→**委員**: ブルーカーボンは、世界的にも注目されており、情報としてはあった方が良いため、背景情報にでも記載してほしい。