

林野庁補助事業

途上国森林再生技術普及事業

令和3年度報告書

令和4年 3 月

公益財団法人 国際緑化推進センター (JIFPRO)

目次

要約	1
Summary	6
1 背景・目的及び事業の進め方	11
1.1 背景・目的	11
1.2 事業の進め方	12
2 既存の森林再生技術の整理・分析及びデータベース	15
2.1 森林再生技術テクニカルノートの構造	15
2.2 森林再生テクニカルノートの英語版	23
3 熱帯乾燥林における M-StAR 長根苗を用いた森林再生技術開発	25
3.1 実証する森林再生技術の背景と課題	25
3.2 本試験の目的	26
3.3 試験地の概要	27
3.4 試験の方法	28
3.5 試験結果	34
3.6 当該技術の普及に向けたコスト試算	52
3.7 試験対象国における技術普及説明会	53
3.8 実証試験の総括と今後の展開	53
3.9 成果品、学会・展示会等における公表及び技術の利活用状況	54
3.10 参考文献	54
4 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開発	56
4.1 SAP に保水された水分の土壌物理学的な有効性評価	56
4.2 苗木ポット試験による SAP 保水材の有効性評価	67
4.3 当該技術の普及に向けたコスト試算	74
4.4 試験対象国における技術普及説明会	74
4.5 成果品、学会・展示会等における公表及び技術の利活用状況	75
4.6 参考文献	75
5 保育ブロック工法を用いた緑化の技術開発	76
5.1 実証する森林再生技術の整理・分析	76
5.2 試験の目的及び計画	78
5.3 試験地の概況	81
5.4 試験方法	86
5.5 試験結果	92
5.6 沖積草原土でのモニタリング	101
5.7 当該技術の普及に向けたコスト試算	102
5.8 試験対象国における技術普及説明会	105
5.9 実証試験の総括と今後の展開	105

5.10	成果品、学会・展示会等における公表及び技術の利活用状況	108
5.11	参考文献	109
6	Biochar を利用した土壌改良及び造林技術の開発	110
6.1	実証する森林再生技術の整理・分析	110
6.2	本試験の目的	112
6.3	試験地の概況	112
6.4	試験の方法	118
6.5	試験結果	126
6.6	保水性試験②、化学性分析②と植栽試験①、②の結果から示唆されること	137
6.7	当該技術の普及に向けたコスト試算	137
6.8	試験対象国における技術普及説明会	140
6.9	実証試験の総括と今後の展開	141
6.10	成果品、学会・展示会等における公表及び技術の利活用状況	141
6.11	参考文献	141
7	マングローブ再生ガイドブックの作成	144
7.1	マングローブ再生ガイドブックの趣旨・目的	144
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	145
7.3	マングローブ再生ガイドブックの目次一覧	145
8	森林再生技術普及セミナー（ワークショップ）	147
8.1	開催概要	147
8.2	各講演の概要	148
8.3	アンケート結果の分析	150
9	委員会での検討結果	155
9.1	第1回委員会	155
9.2	第2回委員会	163
9.3	第3回委員会	170
10	添付資料	179
10.1	森林再生技術普及セミナー（ワークショップ） 公開資料	179
10.2	最終成果物（実証試験とりまとめ） 公開資料	200

要約

国連気候変動枠組条約第 21 回締約国会合で採択された「パリ協定」において、温室効果ガスの人為的な排出と吸収の均衡を今世紀後半に達成することが掲げられ、植林による炭素固定の重要性が高まってきている。新たに植林を実施するためにはそのための土地が必要となるが、気候や土壌条件に恵まれた地域・土地は農地として食糧生産のために優先的に利用されている。したがって、新たな植林の対象地域・土地は、途上国の農・牧畜等によって著しい土壌劣化が進行した荒廃放棄地や降水の少なさのために植生回復が難しい乾燥林地域、逆に過剰な水分等が問題となる湿地林やマングローブ域等に限られることになる。

本事業では、こうした制限のかかった地域・土地（以下、まとめて「荒廃地」とする。）で植林を実施し成功させるために、従来の関連技術を整理・体系化すると同時に、期待できる植林関連技術を新たに探索・抽出し、その実証を通じて現地に適用可能な技術として確立・普及することを目的としている。

1. 既存の森林再生技術の整理・分析

荒廃地での森林再生を行う上での主要な制限要因である乾燥、過湿、強酸性、火災、病虫害等毎に、それら各要因に付随する具体的な問題点とそれが顕著に見られる地域を特定したうえで、既存の森林再生技術の情報を収集・整理した。これらの技術情報については、文献調査を行うと共に、当該技術を適用した経験を有する団体等へのヒアリング等を通じて得られる情報を加え、現地適用に際し利便性の高い技術情報として整理した。

2. 途上国森林再生技術データベース(森林再生テクニカルノート)の構築

途上国における森林再生に関心のある民間企業・NGO 等への情報提供を目的として、「途上国森林再生技術データベース(森林再生テクニカルノート)」を構築し、植林技術を「技術集」としてまとめ、ウェブ上で公開している。毎年コンテンツの増強をはかっているところだが、令和3年度は、制限要因毎に植林に適した代表的造林樹種、約 40 種を紹介した。

3. 実証試験の実施

本事業において整理・分析する森林再生技術の中には、比較的新規性が高く森林再生技術として有望かつ広範な適用・応用が可能な技術が含まれている。それらの技術については、実証試験を通して想定される課題の解決策を明らかにし、技術的にもコスト的にも現場適用性を担保した技術として確立することとする。尚、実証試験は事業実施主体である国際緑化推進センター（JIFPRO）だけでなく、本事業の中で有効な技術を民間企業等から公募し、その適用可能性について分析したうえで、効果的な森林の再生に大きく貢献すると見込まれる技術については、それを提案したものに実証試験を委託した。

令和3年度に実施した主な事業内容は以下の通りである。森林再生の対象地となる荒廃地の中でも特に面積が大きく、温暖化防止や貧困削減の観点からポテンシャルとインパクトが大きい「乾燥林地域」にて3件の実証試験を行い、この他にも「貧栄養地」での実証試験を行った。また、令和3年度から新たに、マングローブ再生に関する既存文献を基にガイドブックを作成した。

実証試験①	M-StAR 長根苗を用いた森林再生技術開発		
試験実施者	国際緑化推進センター (JIFPRO)	対象地	ケニア半乾燥地
試験概要	<p>ミャンマー等の熱帯乾燥地での従来の植林方法は、厳しい乾季前に根系発達を促すために、①大穴を掘り、②乾季になると灌水等もするため、植栽コストが高くなりがちである。また、③植栽時期が雨季初期に限られているため、農繁期と植栽のタイミングが重なりやすいといった課題もある。そこで、乾燥地での従来法に代わる植林技術として、通常よりも深めの容器で育苗した「長根苗」の技術開発を行った。乾燥地でも土壌深層には常時水が残っているため、長根苗により植栽後の土壌深層への素早い根の発達を促せば、上記①～③の課題解決になると考えた。</p> <p>本試験では、長根苗の育苗容器として、日本人が開発した M-StAR コンテナを使用した。M-StAR はシートを丸めて容器にしているため、苗が簡単に取り出せ、かつ容器も再利用でき低コストでできるためである。</p> <p>2017～2020 年はミャンマー中央乾燥地にて長根苗の育苗方法や植栽後の効果について明らかにした。2021 年は長根苗技術の適用地域を広げるため、ケニア乾燥地の造林樹種 25 種を用いて、「長根苗ができる樹種のスクリーニング」を行った。</p> <p>育苗して約 5 か月間の時点で、23 樹種の根が深さ 60 cm の長根苗コンテナの深さ 40cm 以上まで、そのうち 15 樹種は底(深さ 60 cm)まで到達しており、ほぼ全樹種で長根苗が育苗できそうなのが分かった。ただし、根鉢が上から下まで(深さ 0-60 cm)までしっかりと形成されたのは数種だけで、他の樹種については根鉢が固くなるまで、更に育苗する必要があることが分かった。引き続き育苗を続け、根鉢が固くなるまでの必要な育苗期間を各樹種で特定する予定である。</p>		

実証試験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		
試験実施者	国際緑化推進センター (JIFPRO)	対象地	国内試験
試験概要	<p>土壌保水材としての SAP の特性や効果を科学的な検証はあまり行われておらず、その利用も進んでいない現状がある。</p> <p>【SAP 中の水の土壌物理学的手法による有効性評価】</p> <p>SAP に吸収された水の植物に対する有効性を評価したところ、SAP は排水されやすい水分を土壌にとどめ、高いポテンシャルの(pF の低い)水分を多く含むため 7 割以上が易有効水と分類できた。</p> <p>【ポット試験による SAP 添加生育培地が苗木初期成長に及ぼす影響】</p> <p>スギとヒノキのコンテナ苗を植栽したところ、スギ苗木の発根量、葉の展開量は SAP</p>		

	<p>を添加したポットの方が無添加より有意に多く SAP は苗木の活着率を高める効果が期待された。</p> <p>【SAP 添加生育培地が乾燥条件下における苗木の生存期間に及ぼす影響】</p> <p>上記の苗木ポットの灌水を停止し、枯死までの日数、その間の蒸発散量等を測定した。スギの場合、SAP 添加量が 0.2% 以上の場合、枯死までの生存期間日数は有意に延びた。一方、ヒノキは同様の傾向が認められたものの有意差はなかった。</p> <p>【まとめ】</p> <p>SAP の施用は乾燥による苗木の枯死リスクを低くしたり、灌水頻度を減らして管理コスト削減したりする効果が期待できる。ただし、土壌の種類や植栽樹種によって保水効果や反応が異なるので、植林の現場でそれらの効果を確認してから使用計画を作成することが望ましい。</p>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

実証試験③	保育ブロック工法を用いた緑化技術開発		
試験実施者	応用地質株式会社	対象地	ウズベキスタン砂漠地帯
試験概要	<p>保育ブロックは土・粘土・堆肥等を基材とした円筒形の土壌ブロックであり、育苗時に空中根切りを行うことにより、山出し時に根が物理的に切断されることがないので、植栽後には、直根が水分条件の良い地中深くまで早期に伸長できる。また、同じく空中根切りを行うコンテナ苗等と比較すると、保育ブロック苗は根の周りに水分を含んだ円筒形の土塊が付いているため、乾燥地に植栽した場合、その土塊が緩衝材となり、苗木への乾燥ストレスが軽減される。このため、乾燥地等の厳しい環境条件下での植林に保育ブロック苗を用いることで、植栽初期の生残率の向上や成長の促進が期待される。本試験では、ウズベキスタン共和国アングレンの荒廃山地において <i>Fraxinus</i>（トネリコ属）の保育ブロック苗を植栽し、世界各国で使用されているポット苗と生残率や生長量を比較した。（1）ポット苗、保育ブロック苗ともに 90% 以上の生残率を得た。また、樹高の増加量も約 25cm と違いがなく、保育ブロック苗による生残率の向上や初期生長の促進は認められなかった。（2）一方で、植栽 2 年後の根の平均伸長量は、ポット苗が約 51cm、保育ブロック苗が約 61~65cm であり、保育ブロック苗の根がより深くまで伸長していた。このことから、保育ブロック苗の使用により、早期により深くまで根を伸ばすことができる可能性が示された。（3）植栽コストの試算では、従来の大苗植栽は 1 本あたり約 719 円以上、保育ブロック苗は 1 本あたり約 335 円となり、費用を抑えることができる結果となった。</p> <p>乾燥地等の厳しい環境条件における植林に際しては、植栽初期の生残率の向上、成長の促進、並びに、植林コスト及び労力の低減が期待される保育ブロック苗の使用が有効であると考えられる。今後、保育ブロック苗を普及するにあたっては、適用可能な環境条件の確認、さらに保水剤や団粒化剤等との併用による適用範囲の拡大についても考慮が必要である。</p>		

実証試験④	Biochar を利用した土壌改良及び造林技術の開発		
試験実施者	日本森林技術協会	対象地	コンゴ民主共和国サバンナ地域
試験概要	<p>コンゴ民主共和国のサバンナ地域では、長年に渡る森林伐採や焼畑により、土壌の保肥力(CEC)や保水性が低い荒廃地がひろがっている。そこで、難分解性のバイオチャー(全炭)による土壌改良材としての効果を植栽試験や国内試験により明らかにした。</p> <p>【バイオチャーの化学性分析】</p> <p>現地で入手可能な未利用バイオマス資源(タケ、キャッサバ茎、トウモロコシ芯、オイルパーム等)を炭化し化学性分析を行った。陽イオン交換容量(CEC)は、多くの原料、炭化度のバイオチャーで現地土壌よりも高い値を示した。</p> <p>【バイオチャーの物理性試験】</p> <p>同上のバイオチャー試料を用いて土壌保水力の改善効果を試験した。保水力の指標となる細孔隙量+粗孔隙量は多くの原料、かさ密度のバイオチャーで現地土壌より高い値を示したことから、バイオチャーには土壌保水力を高める効果があることが分かった。</p> <p>【現地でのアグロフォレストリー試験】</p> <p>薪炭材生産のための植林実績のあるアカシアと、現地で利用ニーズのある郷土樹種 4 種について、キャッサバを間作するアグロフォレストリーの試験を 2019 年から実施した。約 2.2 年間の追跡調査の結果、5 樹種中 2 樹種(Millettia、Terminalia)においてバイオチャー施用区画での成長増加がみられた。</p> <p>【技術適用のためのコストの検討】</p> <p>バイオチャーの施用を行うことで、通常のアグロフォレストリーと比較して、201 USD/ha(施用量 0.5 kg/m²)、739 USD/ha(施用量 2.0 kg/m²)のコストが増化した。</p>		

実証試験⑤	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)		
試験実施者	国際航業 株式会社	対象地	全世界
試験概要	<p>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の劣化・減少は著しく、このため、気候変動の緩和を始めとするその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の持続的管理ならびに再生が世界的に喫緊の課題となっている。</p> <p>現在では、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既に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。このため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再生に関する文献資料を基に、荒廃要因及び立地条件に適した樹種及び再生方法を</p>		

	整理して提示した。併せて、近年急速な進歩を見せるリモートセンシングによる空間情報技術の適用可能性についても触れた。また、世界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・事例を地域・国別に整理して情報提供した。
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4. ワークショップの開催

途上国で植林活動に興味がある NGO や民間企業を対象に、2021 年 12 月 17 日にオンラインにてワークショップ(セミナー)を開催した。東京大学の丹下教授とコマツと坂井部長が基調講演として熱帯地域の植林の課題や技術を紹介するとともに、本事業で行った実証試験の成果報告や森林再生技術データベース「森林再生テクニカルノート」の紹介を行った。ワークショップに参加した人数は 164 名であった。

Summary

The "Paris Agreement" adopted at the 21st Session of the Conference of the Parties (COP21) to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) advocates the achievement of equilibrium between man-made emission and absorption of greenhouse gasses in the second half of this century. In the IPCC climate and society scenarios, large-scale alterations in the energy system and land utilization are suggested, namely the necessity for the expansion of renewable energy and large-scale tree planting. In order to increase the rate of afforestation, land is needed; however, in regions with favorable climatic or soil conditions, priority is given to agriculture for food production. Therefore, land available for afforestation is limited to barren or degraded areas in developing countries, where the soil has undergone considerable degradation due to agriculture or animal grazing; dry woodlands, where vegetative regeneration is difficult because there is little rainfall and while on the other hand marsh forests and mangroves, where the problem is an excessive wetness, etc.

This project began in 2017 and is scheduled to be implemented over the next 5 years, till 2021. The objective of this project is to gather and systematize relevant techniques established previously, and at the same time to search out and identify other techniques relevant to tree planting, which could be useful to successfully carry out tree planting in regions and land beset by these limitations (referred to collectively below as "degraded land"), and, to establish and popularize them as techniques that can be used in the field through field trials.

1. Analysis and organization of existing forest restoration techniques

Each of the principal restricting factors when carrying out forest restoration in degraded land were specified: aridity, excessive wetness, strong acidity, disease, fires, etc. Concrete issues associated with each of these factors, the regions in which these issues are observed, and information on existing forest restoration techniques were gathered and organized on this basis. In addition to information obtained through literature searches, technical information, including information obtained through interviews with authorities experienced in applying this information, was filed as potentially useful for application in the field.

2. Construction of a forest restoration technique database for developing countries (Technical Note for Tree Planting Practices (TPPs))

We developed the *Forest Restoration Technique Database for Developing Countries (A Technical Note for Tree Planting Practices (TPPs))* and made it available on the Web to offer information to private companies, NGOs, etc., which are interested in forest restoration in developing countries. In 2021, we provided information on characteristics of major silvicultural species for each type of degraded land.

3. Field trials

The forest restoration techniques analyzed and organized in this study include desirable techniques with wide ranging applicability, as they are comparatively novel for forest restoration. Measures to address conceivable issues with these techniques were clarified through field trials, and they have been established as technically and economically applicable in the field. It should be noted that the field trials were carried out not only by Japan International Forestry Promotion and Cooperation Center (JIFPRO), the body carrying out this project; techniques used in this project were also publicly offered by private corporations, and after analysis of their possible applications, field trials on techniques expected to make a major contribution to effective forest restoration were commissioned to the authorities that had proposed them.

Field trial (1)	Development of Techniques for Long-Rooted Seedlings in the Central Dry Zone of Myanmar by Using M-StAR Container		
Conductor	JIFPRO	Place	Kenya
General description	<p>In order to promote root system development before the severe dry season, conventional afforestation methods in tropical drylands required (1) digging large holes, (2) irrigating in the dry season, which made planting cost higher. In addition, (3) the planting season is short, and the timing of planting coincides with the busy farming season, made it difficult to devote time and effort to afforestation activities. Therefore, as an alternative to the conventional method of afforestation in arid lands, we developed the technology of "long-rooted seedlings," which are grown in a container that is deeper than usual. Since water always remains in the deep soil layer even in arid areas, if long-rooted seedlings can promote rapid root development in the deep soil layer after planting, it is expected to solve the above issues (1) to (3).</p> <p>In this study, the M-StAR container developed by the Japanese was used as a seedling container for long-rooted seedlings, as M-StAR containers are made of rolled-up sheets, making it easy to remove the seedlings and reuse the containers at a low cost. In 2017~2020, five tree species were used in the central drylands of Myanmar to clarify the methods of raising long-rooted seedlings and their effectiveness after planting. In 2021, to expand the application area of long-rooted seedling technology, a "screening of tree species capable of producing long-rooted seedlings" was conducted, using 25 species of plantation trees in Kenya's drylands. After about 5 months of seedling cultivation, roots of 23 tree species had reached a depth of at least 40 cm of the 60 cm deep long-rooted seedling container, and 15 of them had reached the bottom (60 cm deep), indicating that long-rooted seedlings could be grown in almost all tree species. However, only several species had firmly formed a root pot from top to bottom (0-60 cm deep), indicating that further seedling cultivation was</p>		

	necessary for the other species until the root pots were solidified. We plan to continue to grow seedlings and identify the required seedling period for each tree species until the root pot becomes hardened.
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Field trial (2)	Development of Techniques for Afforestation in Semi-arid Area by Using SAP		
Conductor	JIFPRO	Place	Japan
General description	<p>There has been little scientific verification of the properties and effectiveness of SAP as a soil water retention material, and its use has not progressed much.</p> <p>【Evaluation of the effectiveness of water in SAP using soil physical methods】</p> <p>When the effectiveness of water absorbed into SAP on plants was evaluated, more than 70% of the water could be classified as easily available water because SAP retains water in the soil that can easily be drained away and contains a large amount of high potential (low pF) water.</p> <p>【Effect of SAP-added growth medium on early seedling growth in a pot trial】</p> <p>When container seedlings of cedar and cypress were planted, the amount of rooting and leaf development of cedar saplings was significantly greater in pots with SAP than in pots without SAP, indicating that SAP is expected to increase the seedling live rate.</p> <p>【The effect of SAP-added growth medium on the survival time of saplings under dry conditions】</p> <p>The irrigation of the above pots of saplings was stopped, and the number of days to withering and the amount of evapotranspiration during that time were measured. In the case of cedar, the number of days until withering was significantly extended when the amount of SAP added was 0.2% or higher. On the other hand, the same trend was observed for cypress, but there was no significant difference.</p> <p>【Summary】</p> <p>SAP application is expected to reduce the risk of sapling mortality due to drought and to reduce management costs by reducing irrigation frequency. However, since water retention effects and responses differ depending on the soil type and tree species planted, it is advisable to confirm these effects at the afforestation site before preparing a usage plan.</p>		

Field trial (3)	Development of Greening Technology using Nursery Block Construction Method		
Conductor	Oyo Corporation	Place	Uzbekistan
General description	<p>Nursery blocks are cylindrical seedling pot mostly composed of soil, clay, and compost, etc., and are expected to improve survival rates and promote early growth by allowing seedling to quickly develop its root deep into the ground. In this field trial, nursery block seedlings of <i>Fraxinus</i> (genus ash) were planted in a devastated mountain</p>		

	<p>area in Angren, Republic of Uzbekistan, and the survival rate and growth were compared with those of pot seedlings used in other countries in the world.</p> <p>(1) Over 90% survival was obtained for both the potted and nursery block seedlings. There was no difference in tree height growth, which was approximately 25 cm, and no improvement in survival rate or acceleration of initial growth was observed with the nursery block seedlings. (2) On the other hand, the average root growth two years after planting was about 51 cm for the potted seedlings and 61 to 65 cm for the nursery block seedlings, indicating that the roots of the nursery block seedlings grew more deeply. This indicates that the use of nursery block seedlings may enable the seedlings to extend their roots deeper at an earlier stage. (3) The cost of planting the seedlings was estimated to be about 719 Japanese yen or more per seedling for conventional planting of large seedlings and about 335 yen per seedling for nursery block seedlings, indicating that the cost could be reduced.</p>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Field trial (4)	Development of Soil Conditioning and Afforestation Technology Using Biochar		
Conductor	JAFTA	Place	Democratic Republic of Congo
General description	<p>In the Democratic Republic of the Congo, large areas of savanna have been degraded and show low cation exchange capacity (CEC) (an indicator of soil's fertilizer retention capacity) and low water retention capacity because of such factors as deforestation and slash-and-burn agriculture. To address this issue, we investigated the effects of refractory biochar as a soil amendment by conducting planting experiments and laboratory experiments in Japan.</p> <p>【Biochar chemical analysis】</p> <p>Locally available unused biomass resources (bamboo, cassava stalks, corn cores, oil palm, etc.) were carbonized and chemically analyzed. Cation exchange capacity (CEC) values were higher than those of local soils for many raw materials and degrees of carbonization of biochar.</p> <p>【Biochar physicality test】</p> <p>The same biochar samples were tested for the soil water-retention enhancement effects. The water-filled porosity (coarse and fine porosities), an indicator of water retention capacity, was higher for many materials and bulk densities of biochar than for local soils, suggesting that biochar have the potential to improve soil water retention capacity.</p> <p>【Agroforestry trials in the field】</p> <p>An agroforestry trial was conducted starting in 2019 to intercrop cassava with Acacia, a proven plantation for firewood production, and four local tree species with local use</p>		

	needs. After about 2.2 years of follow-up, growth increases were observed in two of the five tree species (Millettia and Terminalia) in the biochar-applied plots. 【Cost study for technology application】 Biochar application increased costs by 201 USD/ha (0.5 kg/ m ² applied) and 739 USD/ha (2.0 kg/ m ² applied) compared to regular agroforestry.
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Field trial (5)	Guidebook for Mangrove restoration (Mangrove restoration techniques in accordance with site conditions and degradation factors)		
Conductor	Kokusai Kogyo Co., Ltd.	Place	World wide
General description	<p>Mangrove ecosystems have various service functions such as carbon (blue carbon) sequestration, recharge and supply of fishery resources, and disaster prevention and mitigation. However, in recent years, mangroves have been severely degraded and depleted worldwide. Therefore, sustainable management and restoration of mangroves to maintain and restore their multifaceted functions, including climate change mitigation, is a pressing issue worldwide.</p> <p>Although many technical manuals and case studies for mangrove forest restoration have already been provided by various organizations such as international organizations, most of them are limited in their target areas. Therefore, this guidebook presents a list of tree species and regeneration methods that are suitable for the factors of degradation and site conditions, based on the existing literature resources on mangrove regeneration covering various areas. In addition, the possibility of applying spatial information technologies through remote sensing and GIS, which have shown rapid progress in recent years, was also discussed. Moreover, existing technical manuals and case studies on mangrove reforestation in the world were organized by region and country, and information was provided.</p>		

4. Workshop

A workshop was held online on December 17 for NGOs and private companies interested in afforestation activities in developing countries. As keynote speeches, Pro. Tange and Dr. Sakai introduced general situation of afforestation activity in tropical countries and advanced afforestation research. We shared the progress of the field trial in this project which are the outputs of this project and introduced the " Technical Note for Tree Planting Practices" a database of reforestation techniques. The number of participants in the workshop was 164.