

ケニア共和国

ケニア森林研究所

ケニア共和国
「持続的森林管理のための能力開発
プロジェクト」
(林木育種コンポーネント)
業務完了報告書

2021年11月

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

国立研究開発法人 森林研究・整備機構
森林総合研究所 林木育種センター

環境
JR
21-065

ケニア国
持続的森林管理のための
能力開発プロジェクト
(林木育種コンポーネント)

業務完了報告書
第1年次～第4年次
(平成29年(2017年)～令和3年(2021年))

令和3年11月
(2021年11月)

独立行政法人国際協力機構(JICA)

国立研究開発法人 森林研究・整備機構
森林総合研究所 林木育種センター

目次

第1章 業務の概要	1
1. プロジェクトの背景及び目的等	1
1.1 プロジェクトの背景	1
1.2 プロジェクトの目的等	2
(1) 上位目標	2
(2) プロジェクト目標	2
(3) 成果	2
1.3 プロジェクト実施期間	2
1.4 相手国関係機関	2
2. 業務の目的	2
3. 業務の対象地域	3
第2章 活動内容	4
1. 業務内容	4
2. 活動実施結果	8
2.1 (活動 4-1) <i>Melia volkensis</i> の採種園の改良	8
2.2 (活動 4-2) <i>Melia volkensis</i> の第2世代創出に向けた人工交配の研究 ..	13
2.3 (活動 4-3) <i>Acacia tortilis</i> の採種林の改良	14
2.4 全般的な業務	15
第3章 業務運営上の課題・工夫・教訓（業務実施方法、運営体制等）	18
1. 業務実施の課題	18
1.1 業務実施方法	18
1.2 運営面での課題	19
2. 運営体制	20
3. 実行チームの編成	21
第4章 業務の達成度	22
1. 指標の達成度	22
2. 各活動に係る実施状況	22
第5章 今後に向けた提言	25
添付資料	26

第1章 プロジェクト業務の概要

1. プロジェクトの背景及び目的等

1.1 プロジェクトの背景

ケニアは乾燥・半乾燥地が国土の約8割を占めており、森林面積は国土の約5.9%（2018年現在）¹に過ぎないが、国内総エネルギーの約70%を占める薪炭材の利用や農地転用により森林資源の荒廃が進んでおり、乾燥・半乾燥地が多いケニアにとって、森林面積の増大による自然資源の確保と維持は国家の重要な開発課題となっている。さらに、近年は気候変動の影響を最も受けやすい国の一つと考えられ、干ばつなどの異常気象の頻繁な発生が懸念されており、森林減少・劣化からの温室効果ガス排出削減（REDD+：Reducing emissions from deforestation and forest degradation）の推進や持続的森林管理に係る能力開発は、森林面積の増大のみならず、気候変動緩和策の観点からも重要な開発課題である。

ケニア政府は、2010年に制定された憲法と国家発展計画である「Vision 2030」（2008年）において、約5.9%（2018年時点）の森林被覆率を2030年までに10%とすることを目標に掲げている。こうした中、ケニア政府は2016年には2030年までの国家森林プログラムを（NFP）を策定し、社会経済的成長と気候変動に対する強靱化のための森林資源の持続的管理を目標に、公共、私有地及びコミュニティ所有地における森林率の向上に向けて取り組んでいる。また、政府は樹木の被覆率10%を2022年に前倒して実施するとしている。

我が国はこれまで、1986年に無償資金協力によりケニア森林研究所（KEFRI：Kenya Forest Research Institute）建設を支援して以来、KEFRIやケニア森林公社（KFS：Kenya Forest Service）に対して、30年以上にわたって社会林業の推進に係る技術協力を実施してきた。最近では、KEFRIを実施機関として、乾燥地・半乾燥地における郷土樹種の植林促進のための研究能力及び普及システムの強化を図る「気候変動への適応のための乾燥地耐性育種プロジェクト」（2012～2017年）が実施されるとともに、環境プログラム無償資金協力「森林保全計画」（2010～2013年）により、KFSにおいて1990年、2000年、2010年の衛星画像を基に土地利用図等の作成を支援し、REDD+の国家森林モニタリングシステム（NFMS：National Forest Monitoring System）構築にも資する協力が行われた。さらに、KEFRIは1995年から気候変動対策と社会林業普及手法に係る第三国研修を実施しており、その第5フェーズである「気候変動に適応した社会林業」（2014～2018年）に対しても我が国が支援した。このような背景を踏まえて、これまで森林分野で支援実績のある我が国に対して、本分野に関する関係者の持続的森林管理の能力強化にかかる技術協力の要請があった。

ケニアでは、これまでも様々な森林管理分野の開発協力は行われてきたが、前述の2030年までの森林被覆率10%という国家目標を達成するためには、地方分権化政策の一環として新たに森林普及の役割を担うことになった郡（カウンティ）政府職員の能力開発のみならず、環境森林省（MoEF：Ministry of Environment and Forestry）（前環境天然資源省）や、KFS等の職員を対象とした政策・実務レベルでの更なる能力開発も必要となった。そのため、5つの課題（①政策支援、②カウンティ政府の実施モデル構築のためのパイロット事業、③REDD+準備支援、④林木育種研究と⑤地域協力）に係る協力を行うことにより、中央及びカウンティ政府の持続的森林管理のための能力強化を図り、森林被覆率10%達成に向けた持続的な森林管理の促進に寄与する5年間のプロジェクトを2016年6月より開始した。

¹ 2020年にUNFCCCに提出されたケニアのNational Forest Reference Level（FRL）による。

1.2 プロジェクトの目的等

(1) 上位目標

ケニアにおける森林率 10%達成に向けて、持続的な森林管理が促進される。

(2) プロジェクト目標

中央及びカウンティ政府の持続的森林管理のための能力が強化される。

(3) 成果

1. 中央レベルにおける森林関連政策・戦略の実施・モニタリング能力が強化される。
2. 森林普及活動の実施を通じ、政府部門、民間部門および NGOs/CBOs（コミュニティ主体の組織）の ASALs（乾燥・半乾燥地）における植林推進の能力が向上する。
3. KFS における REDD+の準備段階と持続的な森林経営の森林モニタリングのための技術的な能力が強化される。
4. KEFRI における耐乾性林木育種のための能力が改良される。
5. KEFRI における地域協力のための能力がサブサハラアフリカ地域における気候変動・旱魃のレジリエンス強化のための知識及びグッド・プラクティスの共有を通して強化される。

1.3 プロジェクト実施期間

本プロジェクトの実施期間は 2016 年 6 月から 2021 年 10 月までの 5 年 4 ヶ月である。

うち林木育種（成果 4）の業務委託期間は、2017 年 9 月から 2021 年 11 月 30 日までの 4 年 4 ヶ月である。

1.4 相手国関係機関

本プロジェクトの相手国関係機関は環境森林省（MoEF）、ケニア森林公社（Kenya Forest Service:KFS）、ケニア森林研究所（Kenya Forestry Research Institute:KEFRI）及び、対象カウンティ政府である。

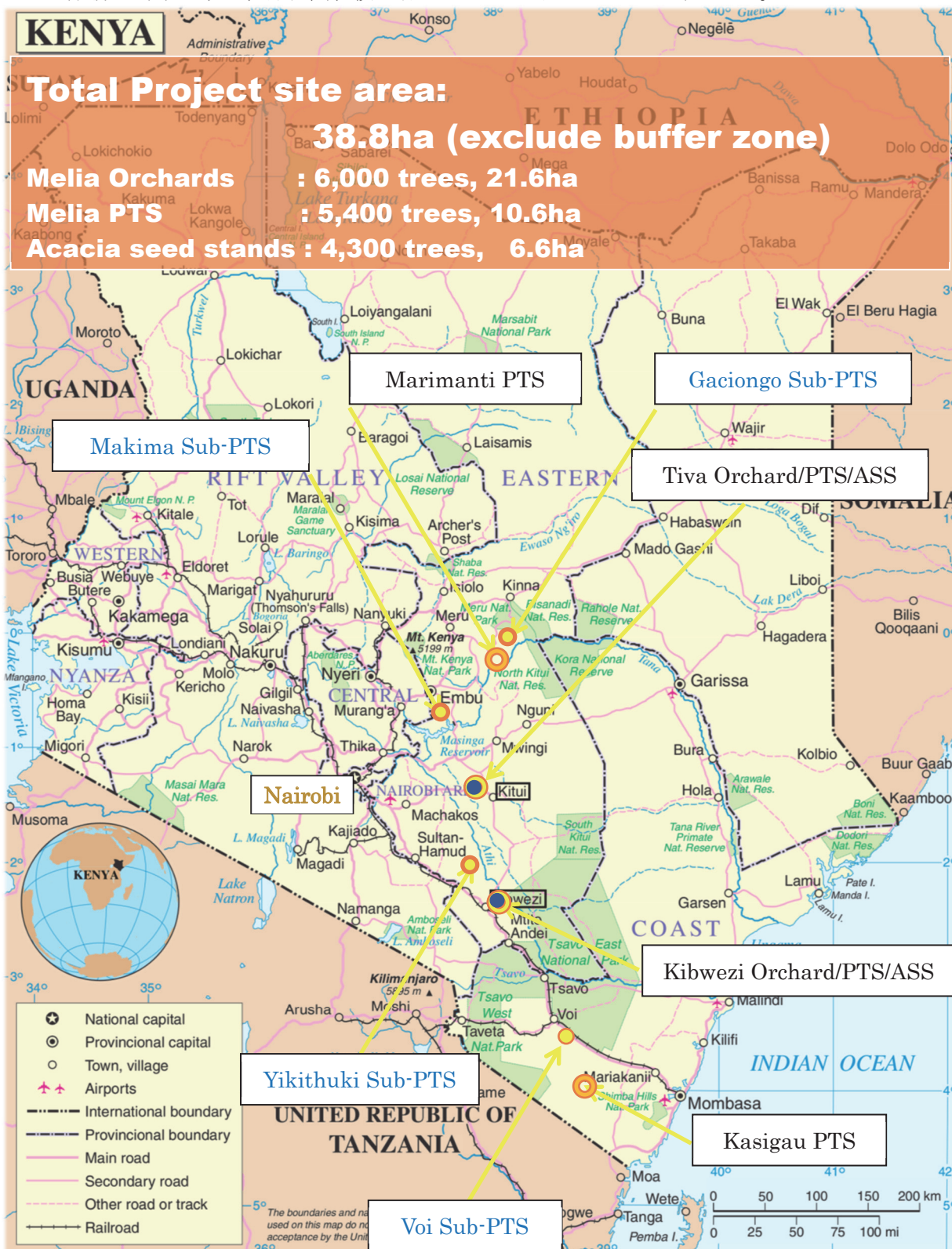
2. 業務の目的

森林総合研究所林木育種センター（以下 FTBC という）は、本プロジェクトの成果 4 の「KEFRI における耐乾性林木育種のための能力が改良される」を担当して本業務を実施するものであり、本業務における相手国関係機関は KEFRI である。

本業務では 2017 年 7 月に終了した「気候変動への適応のための乾燥地耐性育種プロジェクト」のフォローアップを行い、新たな研究課題として *Melia volkensii* の第二世代化に向けた人工交配研究にも取り組むことにより、KEFRI の林木育種研究能力の向上に資することを目的とするものである。

3. 業務の対象地域

主な業務の対象地域は、採種園、検定林のある Tiva 及び Kibwezi 等である。



- Melia Orchard/PTS/Acacia Seed Stand
- PTS
- Sub-PTS

第2章 活動内容

1. 業務内容

コンポーネント4に係る活動は3つあり、その具体的な業務委託内容について以下に記載する。

- (1) (活動4-1) *Melia volkensis* の採種園の改良
- (2) (活動4-2) *Melia volkensis* の第2世代創出に向けた人工交配の研究
- (3) (活動4-3) *Acacia tortilis* の採種林の改良

- (1) (活動4-1) *Melia volkensis* の採種園の改良

「気候変動への適応のための乾燥地耐性育種プロジェクト」(2012~2017年)の実施を通して *Melia volkensis* の採種園が造成された。本業務では耐乾燥性基準の精査、検定林調査結果の分析を通して優良なプラスチックリーを選抜し、*Melia volkensis* の採種園の改良を行う。具体的な活動内容は以下のとおり。

- (ア) (活動4-1-1) 耐乾燥性に係る選抜基準の精査

「気候変動への適応のための乾燥地耐性育種プロジェクト」の実施中、現地での測定機器設置が遅れたことから耐乾燥性基準が確定しなかった。しかしながら、同プロジェクトの活動を通して、ある程度耐乾燥性について優劣を持ったクローンが絞られてきたことから、本業務を通じて耐乾燥性基準の精査を行い優良なクローンを選定する。必要な活動は以下のとおり。

- a) 優劣クローンの成長フェノロジーの比較(既存採種園での測定と新たに植栽する苗木の成長特性を比較する)
- b) 優劣クローンの生理特性の比較(苗畑でクローン苗木の試験を行う)
- c) 耐乾燥性インデックスの開発
- d) インデックスを用いてのプラスチックリーの耐乾燥性分類

- (イ) (活動4-1-2) プラスチックリーの特性評価

プラスチックリーの特性に関しては、「気候変動への適応のための乾燥地耐性育種プロジェクト」での活動を通して、評価のために必要なデータは揃いつつある。ここでは下記の次代検定林の調査を通して特性評価のために必要な追加データの入手を試みる。必要な活動は以下のとおり。

- a) 次代検定林調査
- b) 次代検定林調査データの収集

次代検定林調査は受注者がカウンターパート(以下、「C/P」)に指示を出し、年2回(1月頃と7月頃)実施する。調査データはC/Pに野帳をスキャンさせ、受注者がC/Pに対して解析手法を指導しながら解析する。更に、2021年の1月時の調査結果に基づき、5年次特性表を作成し、成長、耐乾燥性等の必要な特性に合わせたクローンを選択する。

2020年の1月時の調査結果及び、耐乾燥性の評価を用いて特性表(案)を作成し、プロジェクト終了前のプロジェクト全体の成果の報告会(2021年2月頃の開催予定)で発表し、調査結果を改訂して完成させる。

- (ウ) (活動4-1-3) 次代検定の調査結果に基づく採種園の改良

前述の次代検定の調査結果に基づき、下記の採種園の改良活動を行う。

- a) 次代検定林調査結果を基に、劣勢系統について強度の断幹及び整枝剪定を実施する。
- b) 2020年の1月時の調査結果を基に、劣勢クローンの伐倒除去を行う。この作業はFTBCの指導の下、C/Pが実行する。

- (エ) (活動4-1-4) 採種園維持管理マニュアルの作成及び同維持管理に係る技術開発

「気候変動への適応のための乾燥地耐性育種プロジェクト」時から作成してきた採種園管理に

関する資料を取りまとめ、マニュアルを作成する。また、技術開発として、種子生産性の向上を目的に、堅果から効率的な種子の取り出し方法を検討するとともに、採種と整枝剪定を同時に実施する方法の指導を行う。

(オ) (活動 4-1-5) *Melia volkensii* のクローン増殖技術の研究

「気候変動への適応のための乾燥地耐性育種プロジェクト」時から採種園におけるつぎ木台負け対策として試行してきた *Melia volkensii* のクローン技術について、系統、実施時期等を設定し、継続して技術開発を実施する。

(2) (活動 4-2) *Melia volkensii* の第2世代創出に向けた人工交配の研究

本研究は「気候変動への適応のための乾燥地耐性育種プロジェクト」時には本格的に取り組んでいなかった。本業務から本格的に取り組む研究であるため、フェノロジーを含めた人工交配に関する基礎的な研究を行う。具体的な研究内容は以下のとおりである。

(ア) (活動 4-2-1) 交配様式に関する研究

採種園における花粉親を把握するため、開花時期の調査を毎年11月～12月にFTBCがC/Pに指示を出し実施する。また、種子生産量の調査に関しても毎年7月～8月にFTBCがC/Pに指示を出し実施する。更に、「気候変動への適応のための乾燥地耐性育種プロジェクト」時に作成したフェノロジー調査野帳(案)を試行し、改訂する。DNA分析をFTBCの指導によりC/Pが実施し、交配様式を解明する。更に、自殖率の解明等、生産される種子の品質を確認するため、Tiva及びKibweziサイトにおいてサンプリングを受注者がC/Pに指示を出し実施する。

(イ) (活動 4-2-2) 人工交配に関する研究

花粉の収集及び貯蔵方法について検討し、花粉の取り扱いが可能になった段階で、交配方法を検討する。

(3) (活動 4-3) *Acacia tortilis* の採種林の改良

「気候変動への適応のための乾燥地耐性育種プロジェクト」時に *Acacia tortilis* の採種林を造成している。本業務では、実生検定結果から優良な系統を選抜し、間伐による採種林の改良を行う。更に、*Acacia tortilis* のクローン増殖技術の研究も同時に行う。具体的な活動内容は以下のとおり。

(ア) (活動 4-3-1) 実生検定の実施

(イ) (活動 4-3-2) 実生検定の結果に基づく優良候補木の選定

(ウ) (活動 4-3-3) 採種林の改良

(エ) (活動 4-3-4) *Acacia tortilis* のクローン増殖技術の研究

実生検定の実施は実生採種林の調査を通して行い、その調査頻度は年2回(1月頃と7月頃)受注者がC/Pに指示を出し行う。実生検定の結果に基づく優良候補木の選定に関しては、検定調査データ分析を通して行う。2年次の実生検定の結果を基に、系統間の評価を行い、その評価結果を基に優良候補木を選定する。ただし、成長が予想よりも遅れていた場合は、3年次の実生検定の評価結果を活用することとする。

採種林の改良に関しては、2年次若しくは3年次の実生検定の評価結果を基に劣勢個体を間伐して実施する。2015年12月に設置した採種林は、調査結果を基に、作業を実施し、2016年4月に設置した採種林は、調査結果を基に作業を実施する。これらの作業はFTBCが技術指導し、C/P機関が実施する。また、*Acacia tortilis* のクローン増殖技術に関しては、まだ確立されていないので、*Acacia tortilis* のつぎ木等のクローン増殖技術に関しても同時に開発に取り組む。

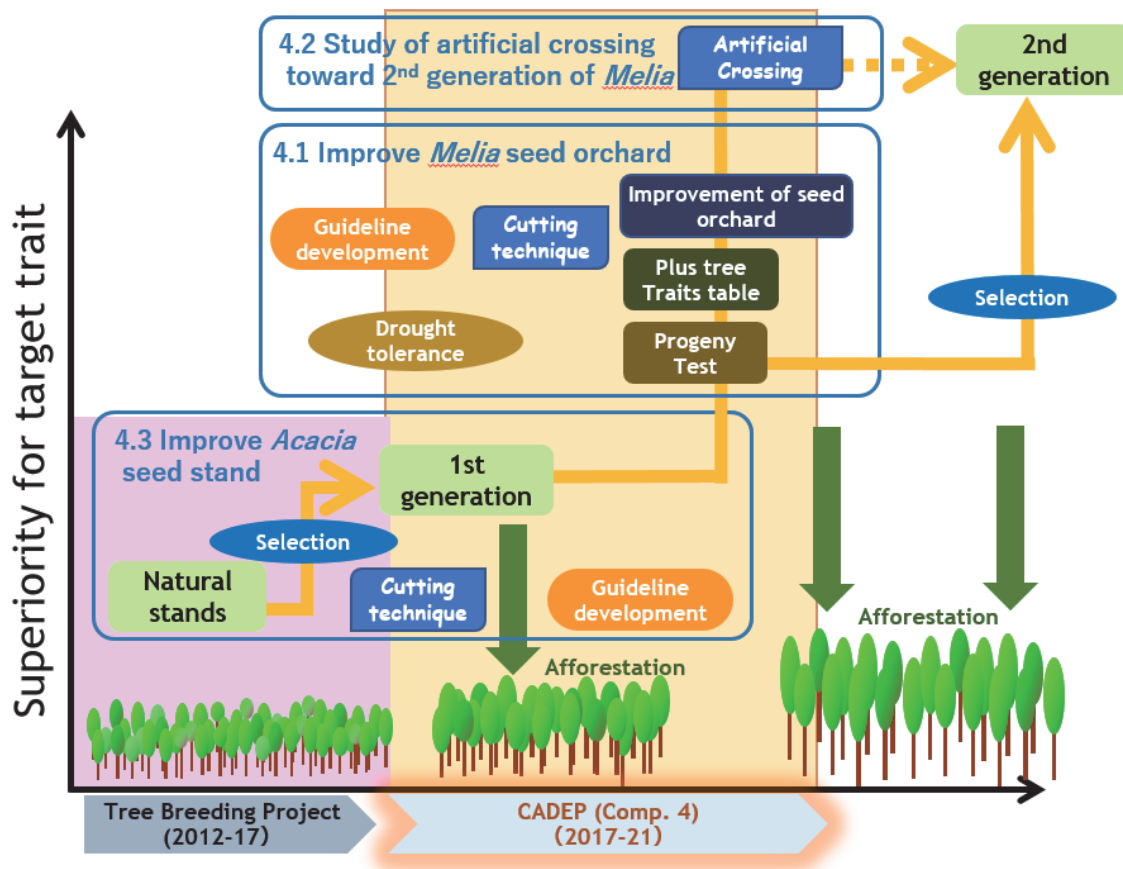


図1：メリアとアカシアの育種フロー図

(4) 全般的な業務

1) 業務計画書、work plan の作成

本プロジェクトの討議議事録 (R/D) 及び協議議事録 (M/M) を踏まえ、事業実施方針を明確にするとともに、関連資料・情報を収集し、それらの分析を行う。これらに基づき業務計画書 (案)、work plan (案) (業務計画書を翻訳したもの) を作成し、機構地球環境部に説明する。機構からのコメントを踏まえ業務計画書、work plan を最終化し、提出する。また、現地派遣後、機構ケニア事務所及び本プロジェクトの長期専門家に対して業務計画書を説明するとともに、ケニア側 C/P 機関に work plan を説明し、了承を得る。

2) 会議の出席・開催

(ア) 以下の会議に出席し、関係者と必要な協議を行う。

a) 合同調整委員会 (JCC)

b) 重要事項等の検討のために必要に応じて開催されるその他の会議 (日本国内での会議を含む)

(イ) 以下の会議を開催し、会議資料及び議事録の作成・提出を行う。また、会議を円滑に進めるため、視聴覚機材の活用等を図り、問題事項、方針等の要点を明瞭かつ簡潔に説明する。なお、これらの会議については上記 JCC 等と同時に開催される場合は当該会議内で報告等を実施することとする。

a) 業務実施報告書に基づく進捗報告ならびに今後の実施方針・計画の検討に関する会議 (業務実施報告書提出時)

b) 業務完了報告書に基づく業務活動報告に関する会議 (業務完了報告書提出時)

3) モニタリング

本業務においては機構が定める「技術協力等モニタリング執務要領」に基づきプロジェクトのモニタリングを行う。プロジェクトにおいては日本人専門家が C/P とともに機構所定のモニタリングシートにて、事業モニタリングを行う。受注者は担当分野のモニタリングシートの作成を行い、別途派遣されているチーフアドバイザーが全体を取りまとめる。

モニタリング事項は、活動報告のみならず、成果発現状況、解決すべき実施上の課題・懸案事項、プロジェクトの進捗・成果に正または負の影響を及ぼす外部要素を含み、これら業務を C/P と共同で確認・記録する。

モニタリングシートは、6 か月毎に C/P 機関と共同で作成し、機構ケニア事務所に提出する（機構ケニア事務所への提出はチーフアドバイザーが行う）。

4) 業務実施報告書の作成

業務実施報告書に関しては、毎年2月にC/Pと共同で取りまとめ、機構及びケニア側実施機関に提出する。なお、同報告書には、次年次の活動計画につき具体的に記載した年度業務計画書（work plan）案を含むこととし、当該年度の現地での活動を開始する前までに機構地球環境部から内容の承認を得る。また、同報告書は、JCC等の定期会合にて報告する。

5) 広報活動

活動内容及びその成果がケニア内外に広く正しく理解されるよう、別途派遣される長期専門家とも協力しつつ、ケニア側のウェブサイトを通じた情報発信、国内外での研究成果の発表など、対象者に応じた効果的な広報に努める。なお、具体的な広報活動に関しては、「自然環境保全分野の広報ガイドライン」を参照する。

2. 活動実施結果

以下に活動の実施結果を業務フローチャート(Appendix 2)に沿って記載する。

2.1 (活動 4-1) *Melia volkensii* の採種園の改良

【Appendix 5-4-1~8 参照、ア.(活動 4-1-1)耐乾燥は Appendix 5-2-1~7 参照】

ア.(活動 4-1-1) 耐乾燥性に係る選抜基準の精査 (九州大学チーム)

a. 優劣クローンの成長フェノロジーの比較

2017年、二か所の採種園において、優劣各3クローンの肥大成長を測定し、それぞれの肥大成長フェノロジーを比較した。この結果、優良クローンは乾燥期においても成長を維持でき、劣性クローンは早期に成長を停止することが分かった(図2)。また、優劣各5クローンのつぎ木苗を Tiva 採種園に植栽した。

2018年、Tiva の採種園に植栽された優劣各5クローンの成長調査を行った。この結果、成長が優れるとされた優勢クローンの成長が優れており、再現性が認められた。また、2019年、Tiva と Kibwezi の採種園において植栽7年目の成長量調査を行った。採種園間でクローン毎の材積を比較すると両採種園の間には有意な正の相関が認められ、Tiva で成長の良いクローンは Kibwezi でも成長がよかった。更に、Tiva のデータで2年目と7年目で幼老相関を見た。その結果、有意な正の相関が得られ、若齢での選抜が可能であることが示された。

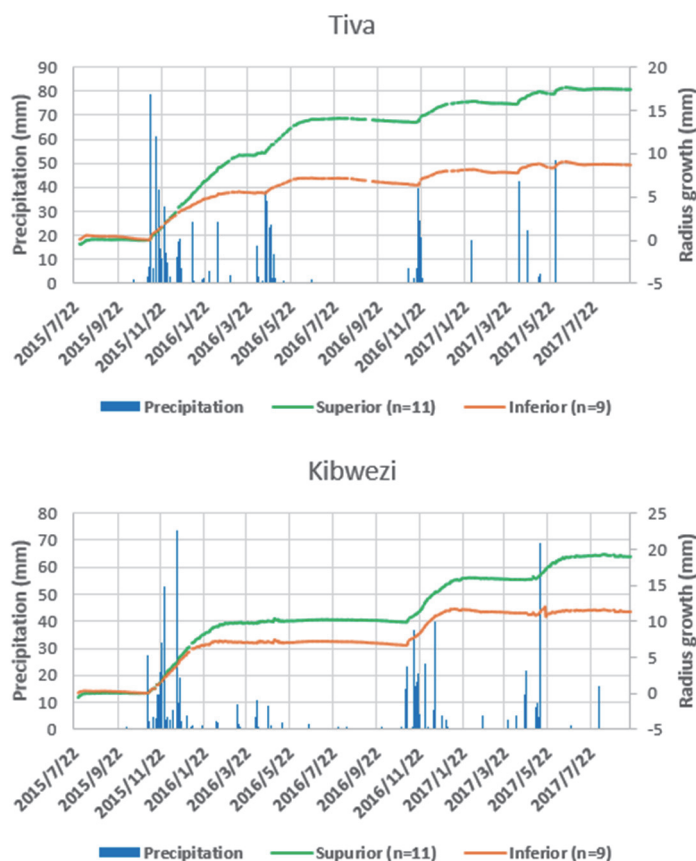


図2 優良クローンと劣性クローンの肥大成長経過

b. 優劣クローンの生理特性の比較 (苗畑実験)

2017年、2018年、優劣各5クローンのつぎ木苗を Tiva 採種園内に植栽し植栽した苗木の形態特性(葉の形態、クロロフィル量)を比較した。また、優劣各3クローンの実生苗を用いて、光合成速度の比較を行った。供試木は土壤水分を低下させながら光合成速度を継続的に測定した。葉の形態、葉のクロロフィル量、および光合成速度には優劣クローン間に差は認められなかった。

c. 耐乾燥性インデックスの開発

2017年~2019年、クローン苗のオープン種子から苗木を生産し、その形態特性を調査した。2017年の結果から成長の優れたクローンの H/D 比(苗高/地際径)が小さい傾向が認められた。そこで、2018年、2019年と調査を継続し、合計で36クローンの家系群について比較した。その結果、優勢クローンの H/D 比は小さく、劣性クローンの H/D 比は大きいことが明らかになった。苗木の H/D 比は苗木を用いて優良個体の選抜を行う場合の指標として有効と考えられた。



写真1: 光合成の測定



写真 2：優性個体と劣性個体の形態特性比

d. インデックスを用いてプラスツリーについて耐乾燥性に関する分類を実施

2020 年は、H/D 比(形状比)の有用性を確認するために、選抜した苗木の成長比較を実施する予定であったが、新型コロナウイルス感染症の拡大により実施できなかった。

2021 年、Tiva と Kibwezi の採種園の 7 年目の成長量から、各クローンの耐乾性を評価した結果、採種園において成長の優れたクローンと劣るクローンの肥大成長を比較した結果、成長の優れたクローンでは成長期間が長く、また、水不足状態での幹の収縮量が小さいことが分かった。

これらのことから、成長の優れたクローンは耐乾性の高いクローンであると予想された。そこで、成長の優れたクローンと劣るクローンのオープン種子から得られた家系群について苗木の特性調査を行った。その結果、成長の優れたクローンの家系群において苗高/根元径 (H/D*比) が小さくなる傾向が認められた。このことは、成長に優れたクローン家系群では、成長初期において地下部(根系)への分配を大きくし、乾燥ストレスを回避する機能を持っていることを示していると考えられた。これらの結果から、H/D 比は耐乾性の指標として有用であり、*Melia volkensii* の苗木選抜においては、H/D 比の小さい個体を選抜することが有効といえる。

イ. (活動 4-1-2) プラスツリーの特性評価

a. 次代検定林調査

KEFRI スタッフのみで検定林調査を実施した。検定林を北部地域と南部地域に分けて、それぞれの地域に集中的に出張することとし、調査チームは、役割分担を明確にした 3 名で固定し、効率的に調査を実行した。

短期専門家は検定林調査の特性測定の観点から KEFRI の能力改善のための講義を行った。検定林のメリアの繁殖力、健康性、樹形の測定方法などを内容とした講義により、データ収集技術などの C/P 能力が強化された。

調査時期は、KEFRI スタッフと協議し、毎年 1-2 月及び 7-8 月とした。2017 年～2020 年、検定林調査を KEFRI が基本的に年 2 回実施した。しかし、2020 年 7-8 月の調査は、ケニア国内における新型コロナウイルス感染拡大により実施されなかった。最新の検定林調査は 2021 年 5 月に実施された。

b. 次代検定林調査データ解析

(1) 調査データ分析

調査野帳をスキャンして PDF 等画像ファイルで FTBC と KEFRI で共有した。2017 年～2019 年、

KEFRI 担当者がデータ入力を行うとともに FTBC でもデータ入力し解析を進めた。2020 年 5 月調査分までのデータを KEFRI でデータ入力し取りまとめたものが FTBC に共有され解析を進めた。

(2) データ解析手法の訓練

データ解析は FTBC が行うが、解析手法にかかる C/P への指導を短期専門家により行った。2019 年 8 月に講義・実習レベルを中級コースと位置づけ、「林木育種・森林管理部門・森林経営部門など、森林学の学問領域で使うであろうデータ集計技術や統計解析手法、作図能力の強化」を目的として講義・実習を実施した。更に、2019 年 12 月にフリーの統計解析ソフトウェア (R) を用いた実地的な育種統計解析手法を講義した。実際に C/P の PC 上で統計解析を再現できるようプログラミングの能力強化を実施した。



写真 3 : データ解析手法の訓練

(3) プラスツリー特性表

2020 年、FTBC と KEFRI は、検定林と採種園から得られたデータを基に成長量等の分析及び各個体の育種価の計算を行った。FTBC と KEFRI は結果を編集しプラスツリーの特性表案を作成し、更に 2021 年 1 月の検定林調査結果をもとに育種価を算定し、最新のプラスツリー特性表を作成した。なお、活動 4-1-1 の結果から得られた、採種園各クローンの乾燥耐性及び成長に関係すると考えられる採種園各クローンからの実生苗木の H/D 比のデータと、検定林の 2021 年の育種価データとの関係性を分析したが、明瞭な関係性が見られなかったことから、これによる特性表の修正は行わなかった。

(4) メリア第 2 世代選抜

2019 年、C/P とともに、これまでに収集した検定林での調査データをもとに、最新の育種統計手法を講義しつつ、実際の選抜のステップをとともに進めた。各検定林設定の段階で、採種園で着果していた 60~70 母家系にかざられており、幹の材積・通直性において育種価で下位約 1/4 を除いた 50 母家系程度が次世代に貢献するよう配慮した。母家系内での後代のうちどの個体を選抜するかにおいては、優先する形質を 1 番:材積(成長性)、2 番:幹の通直性、同 2 番:健全性、3 番:着花/果性とし、それぞれの形質の育種価の推定値がなるべく上位であり且つ平均を下回らないよう配慮した。

最終的に、各検定林あたり植栽個体数のうち約 10%程度となる 85 個体前後の個体を優良なメリア第二世代として机上選抜した。Tiva の検定林においては、机上選抜した個体を現地で確認し、素性良好なものにペンキでマークをした。

今後のプロジェクト期間において、幹の材質(材密度や応力波伝搬速度)の評価等も考慮し、将来的には、各地域あたり 100 個体程度(ケニア全土で 400 個体程度)の優良なメリア第二世代とするのが現実的に管理可能な育種集団サイズではないかと議論した。

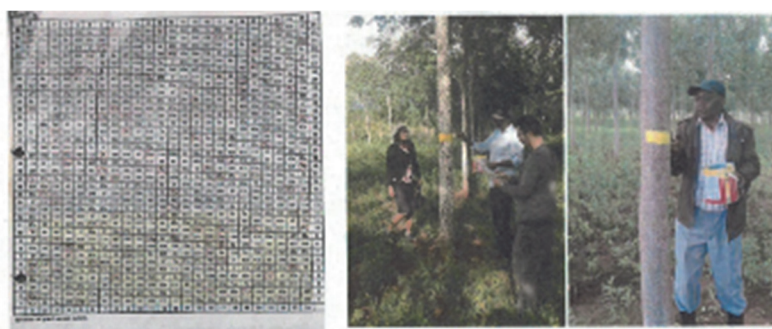


写真 4 : 黄色ペンキで印を付けた第 2 世代選抜木

c. 検定林維持管理指導（第1年次～第4年次）

(1) 草刈りの効率的な方法（時期、回数等）の検討

2017年、検定林の草刈りについて効率的に実施する方法の検討を行い、検定林の草刈り回数を減らすことを試行することとした。また、FTBCから、草刈り機器での実施を提案した。2019年、2020年は草刈りが適切に実施された。また、芽かきは、現行プロジェクトにおいて4.5m高まで実施した。

(2) 検定林のモニタリング

検定林のモニタリングとして、月1回、草刈り及び病虫害等の確認を、現場責任者が行い、その状況等を育種センター及びチーフアドバイザーに報告するよう指導を行うこととした。2017年～2020年まで現場担当者が月1回検定林等のモニタリングを行い、その状況をチーフアドバイザーに報告した。

ウ.（活動4-1-3）次代検定の結果に基づく採種園の改良（第4年次）

a. 整枝剪定

2019年、メリア採種園の断幹及び整枝選定について協議した。2020年、ケニア国内における新型コロナウイルス感染拡大により実施出来なかったが、感染収束後に実施することを確認した。2021年、FTBCはデータ分析結果を元に断幹及び整枝剪定について提案した。

b. 伐倒除去

2019年、短期専門家は、データ解析手法の訓練とともに育種の観点からのいくつかの採種園の改良方法を指導し、プラスツリーの特性評価を元にした劣勢メリアの間伐が説明された。2020年5月、FTBCとKEFRIは、会議において採種園の改良の計画を協議し、FTBCの技術指導により、劣勢クローンの間伐が2020年5月～10月に計画された。しかしながら、新型コロナウイルスのためそれを実施することが困難となったことから、2021年、FTBCは、第1世代メリアの統計分析結果を元に劣勢木の間伐を提案した。

エ.（活動4-1-4）採種園維持管理マニュアルの作成

a. マニュアル作成

2021年、これまでに作成してきた採種園管理に関する資料を取りまとめた採種園維持管理マニュアルを作成した。マニュアルは、プラスツリーの選抜、クローン採種園の造成、病虫害対策、草刈り及び種子生産などを内容とする。

b. 技術開発

種子生産性の向上として、核果から効率的な種子の取り出し方法を検討した。2017年～2019年、くるみ割り器を用いた種子取り出しを試行した。今後も効率的な種子の取り出し方法を検討する必要があると意思統一を図った。

オ.（活動4-1-5）クローン増殖技術の研究

a. さし木技術開発

採種園におけるつぎ木の台負け対策として試行してきたメリアのさし木等について、短期専門家を派遣し系統、実施時期等を検討し技術開発に取り組んだ。

2017年、日本にあるメリア同属種センダン (*Melia azedarach*) でのさし木試験の結果をもとに、短期専門家を派遣しキツイセンターにおいてさし木試験を開始した。さし木の適期には少し遅れていたことから、5月に再度さし木試験を行うこととした。

2018年1月、日本におけるメリアと同属のセンダン (*Melia azedarach*) での予備試験の結果（若齢の実生苗から採種した萌芽枝を用いて約40%の発根率）をもとに、さし木試験を指導した。さし穂採取の適期（本格的な雨期開始後1ヶ月）には少し遅れていたことからか発根は見られなかった。同年4月、長め（調整後40cm）の当年枝を用いてさし木試験を指導した。さし穂の状態

は適切であったと考えられるが、発根は見られなかった。さし木後の天候、土壌等に問題があったと考えられることから、採穂の時期、土壌消毒等を検討することとした。同年11月、採種園の緑枝と検定林の萌芽枝を用い、前回よりも長い(調整後50cm)穂木によりさし木試験を指導した。流水浸漬による樹勢回復、保湿のための簡易温室の作成、灌水方法・温度管理の徹底を行ったが、発根はみられなかった。

なお、これまでの短期専門家による指導によりほぼ全ての作業について、C/Pのみで試験準備、採穂、調整を行うことが可能になった。

2019年8月、成長の良好な3クローンから雨季に伸長しやや木化した萌芽枝を穂木とし、培土としてオールドココピート、砂、軽石(鹿沼土の代替)を使用してさし木試験を指導した。培土は次亜塩素酸ナトリウム水溶液による殺菌を行い、キツイセンターのガラス温室に設置し灌水を徹底した。3ヶ月後、生き残っているさし穂にはカルスが形成されていた。芽が吹き始めており、展葉したさし穂もあった。6ヶ月後、1本(ココピート、発根剤なし)に発根を確認した。また汎用コンテナを使用した試験個体にもカルスの肥大が見られたことから、この2本を苗木ポットに移植した。

2019年2月、前年8月に実施したさし木試験で1本に発根を確認したことから、CPとこの成功事例及びこれまでの試験結果を検証し今後のさし木試験について協議し

- ①さし穂の採取時期による発根率の違いを検証するため、毎月さし木試験を行うとともに、
- ②系統別の発根率の差異について検証するため、採穂系統を固定し供試した(供試本数は、毎回、系統あたり9本)。



写真5：新緑からのさし穂



写真6：さし木による発根の状況(2020.2)

b. 「とり木」による技術開発

2019年11月、これまでのメリアさし木試験において発根が認められないことから、とり木によるクローン増殖を試みた。Tivaの採種園の採種木を無作為に選び、24本の枝にとり木を実施した。2ヶ月後、このうちの2本の状態を確認したところカルスの形成が見られたことから、再度被覆を戻し観察を継続することとしたが、その後すべて失敗したとの報告があった。

c. その他

2018年5月、成果2の活動に同行し、メリア植林を行っている民間セクター(KOMAZA)の活動状況調査を行い、メリア採種園造成に積極的であることが確認された。

2020年4月より新型コロナウイルス感染拡大により、短期専門家がケニアへ渡航できないこと、ケニア国内における移動制限によりケニアでの増殖試験は中断した。そのため、中断している試験の代替として、林木育種センター及び西表熱帯林育種技術園においてさし木及び根ざし増殖試験を実施し、さし木において一部の発根を確認した。

d. マニュアル作成

これまでのケニア及び国内でのクローン増殖試験を踏まえ、メリアのクローン繁殖ガイドラインを、つぎ木とその他の増殖技術を内容として作成した。

2.2 (活動 4-2) *Melia volkensii* の第 2 世代創出に向けた人工交配の研究

【Appendix 5-3-1~6】

ア. (活動 4-2-1) 交配様式に関する研究 (第 1 年次~第 4 年次)

a. フェノロジー

フェノロジー研究のための採種園の観察は、2017 年から 2020 年まで、8 月から 9 月、2 月から 3 月に実施された。観察により、フェノロジーにおいてクローン間に大きな変動があることが確認された。さらに、Tiva 及び Kibwezi 採種園のナッツ/種子生産能力を調査した結果、採種園では、2016 年から年 3 回の種子採取が行われ、2017 年にはほぼすべての母樹で開花と結実が見られた。2019 年には、両方の採種園で満開の開花が観察された。

b. 交配システムの DNA 分析

2017 年、FTBC の短期専門家は、次世代の樹木育種を生み出すためのいくつかの科学的アプローチについての講義を実施した。2018 年に種子のサンプリングを開始したが、発芽率は予想より低かった。そのため、種子のサンプリングを次年度以降も継続し、2019 年には Tiva の 2 ブロックから 10~15kg の果実が採種された。しかし、発芽率は約 30%であり分析には不十分であった。翌シーズンには、より多くの種子が集められ発芽率は 60%に達したため、最終的に 480 本の実生サンプルが 10 クローンから得られた。2019 年から 2020 年にかけて発芽実生からの DNA 抽出が C/P によって行われ、DNA 抽出は 2019 年 12 月より開始され、サンプルは 2020 年に準備が完了した。確保した発芽実生サンプル 10 家系各 48 本について、DNA 分析 (交配様式の解明) を進めるとしたが、COVID-19 による混乱の影響で必要試薬の納品が遅れたことから、実験が完了しない状態となった。なお、試薬品が納入され次第、分析は C/P により実施できる様に必要な指導を行った。

イ. (活動 4.2-2) 人工交配に関する研究 (第 1 年次~第 4 年次)

a. メリア花粉の収集・保存方法

メリア花粉の保存に関する研究は、シリカゲルを備えたバイアルを使用して実施された。短期専門家の指導により、2018 年に Tiva 採種園の花粉の生存率を確認するために人工交配が行われた。保存された花粉を用いた人工交雑実験によると、果実の生産量は非常に少なかった。メリア花粉の収集は技術的には可能であるようであったが、他の熱帯樹種で知られているのと同じくらい作業効率性の観点から困難であることが示唆された。

b. 人工交配の効果的手法の探索

短期専門家の助言により、人工交配の効果的手法の探索に関する研究は、KEFRI の C/P によって計画された。自家受精を確認するため、2018 年から Tiva 採種園での袋掛け実験を実施した。花序の未開花の花芽は、小さな昆虫によって運ばれる他個体の花粉による花粉混入による汚染を防ぐため、交配バッグで覆われた。花粉は雄しべから集められ、ビンに保存され、次に別のクローンの雌しべに細いブラシを使用して交配処理された。ブラッシング後、他の花粉による汚染を防ぐために雌しべを交配バッグで覆い、果実の生産は低レベルであることが観察された結果から、技術的には人工授粉が可能であるが、実際の労働と比較した作業効率性 (多くの花序の袋詰め、収集多くのクローンからの花粉、および多くのクローンの人工授粉の実施) は非常に低かった。

交配システムと交配技術を研究するこれらのいくつかの試験結果より、FTBC の短期専門家と KEFRI の C/P らは検討を重ね、オープン受粉システムは、次世代のメリアを生産するためのコスト (労働、予算、時間) と効率のバランスの点で優れているようであると議論した。

○目標とする成果

- ・メリア人工交配指針

2.3 (活動 4-3) *Acacia tortilis* の採種林の改良

【Appendix 5-4-1~8】

ア. (活動 4-3-1) 実生検定の実施

a. 実生採種林の調査 (第 1 年次~第 4 年次)

Tiva 及び Kibwezi の 2 箇所に設定した実生採種林において成長調査を KEFRI スタッフにより実施した。調査時期は、KEFRI スタッフと協議し、毎年 1-2 月及び 7-8 月とした。

実際には、2017 年 8 月、2018 年 2 月、8 月、2019 年 9 月、2020 年 3 月及び 2021 年 3 月に実施した。なお、2019 年 1-2 月の調査は、KEFRI 側の資金不足により実施されなかった。また、2020 年 7 月の調査は、ケニア国内における新型コロナウイルス感染拡大により実施されなかった。

イ (活動 4-3-2) 実生検定の結果に基づくプラス木の特性評価

a. 検定調査データ分析

2017 年 8 月、2018 年 2 月及び 2019 年 9 月に KEFRI 担当者がアカシア実生採種林の調査を実施し、FTBC が調査野帳コピーを入手しデータ入力を実施した。

2019 年には、C/P とアカシアの材質調査の手法について検討を行い、材質形質として材密度を測定することとした。材密度の測定により、幹重量や枝重量から 1 本あたりの炭素貯蔵量を推定して、炭素隔離の評価を行う。

2020 年 11 月、実施のアカシア採種林の間伐木のうち、各サイト毎に 15 本を選定し、ピロデインで木材密度を測定し、バイオマス量を測定するとともに、熱エネルギー測定用にサンプルを収集した。

成長の特性評価など検定データ分析の結果、植栽木の成長は全般的に良好であることから、プラスツリーの選定を定性的に行うことはできなかったが、点状でなく列状で間伐を行うこととした上で、改良のため、成長の良い個体を残すこととした。

ウ. (活動 4-3-3) 採種林の改良

a. 間伐の実施

2018 年 8 月、採種林のアカシアは、ほぼすべての植栽木が自立しており支柱による支持の必要がなくなっている状態であったことから、C/P と間伐について協議を行った。2015 年 12 月に造成した採種林は 2019 年 11 月末までに、2016 年 4 月に造成した採種林は 2020 年 8 月から 11 月の期間に間伐することとした。間伐方法は、4-3-2 から点状ではなく列状で、列の方向は対角線とすることとし、改良の観点から、残存する植栽木の材積が伐採する植栽木の材積を上回るように計画された。時期は雨期明け (2020 年 1 月~2 月) とした。しかし、2020 年 2 月時点で、予定していた 2015 採種林の間伐は、雨期がまだ終わっておらず着手されていなかったことから、再度 KEFRI 側 C/P と 5 月~6 月に列状で実施することとした。更に、同年 4 月より新型コロナウイルス感染拡大により、短期専門家がケニアへ渡航できないこと、ケニア国内における移動制限により間伐の実施は再度延期された。その後も間伐の実施は度々延期となっていたが、同年 11 月、2015 採種林の間伐は打合わせのとおり対角線状に実施された。伐採率は 50%で、伐倒本数は、Tiva で 250 本、Kibwezi で 324 本であった。

また、2021 年 3 月、2016 採種林の間伐は、列状 (対角線状、伐採率 50%) で実施された。伐倒本数は、Tiva で 600 本、Kibwezi で 972 本であった。

これにより、植栽本数 4,292 本について 50%の間伐が実施され、残存本数は Tiva 850 本、Kibwezi 1,296 本、合計 2,146 本となった。

2021 年、これまでの実績を基に、アカシア採種林施業指針を作成した。



写真7：アカシア間伐と除去 (Tiva)



写真8：アカシア間伐後 (Tiva)



写真9：サンプル重量測定

エ. (活動 4-3-4) クローン増殖技術の研究

a. 技術開発

クローン増殖技術が確立されていないアカシアのつぎ木等のクローン増殖技術開発に取り組んだ。2018年2月、キツイセンターにおいて、穂木の選定及び調整方法について指導しつぎ木を試行した。また、今後系統別の増殖試験を行うため、アカシア台木用苗木の生産を依頼した。

2019年8月、Tiva採種林の成長良好な3家系から穂木を採取し、爪切りや剪定鋏によりトゲを除去した後つぎ木を行い、保管場所や灌水方法について指導を行った。また、同年11月、これまで試したことのない「袋つぎ」を16本試行した。台木として用いた残苗は根の発達が悪く、台木としての状態は良くなかったことから、今後のつぎ木試験のため新たな台木の生産を依頼した。しかし、2020年2月確認したところ、これまでの試験は、2019年11月の袋つぎを含め全て失敗した。また、新たな台木は降雨による苗床の冠水により播種は行われていなかった。再度、キツイセンターにあるアカシア苗木 (*A. tortilis*, *A. gerrardii*) を使い、割つぎにより試験を実施した。なお、つぎ木の作業は穂木の採取から全てC/Pが実施した。

以上を踏まえ、KEFRIと協議をし、*A. tortilis*の増殖試験は灌水等により穂木・台木の成長をコントロールして継続することとした。

2020年、前回の供試木は全て枯れていた。KEFRIと協議し、*Acacia tortilis*に関してはクローン増殖が難しい樹種であり、今後も実生採種林の方法で育種を進めることとした。

○目標とする成果

- ・アカシア採種林施業指針



写真10：KEFRI職員によるつぎ木 (2018.1)



写真11：つぎ木指導(2019.11)

2.4 全般的な業務

プロジェクトの後半の業務実施に当たっては、新型コロナウイルス感染拡大により渡航ができない状況が続いたが、C/P及びプロジェクトチーフアドバイザーと密に連携して事業の進捗状況の把握に努め、円滑なプロジェクト実施を図った。

- (1) 業務計画書、work planの作成(2017-2020)

R/D 及び M/M を踏まえ、事業実施方針を明確にするとともに、育種プロジェクトにおける成果等を分析し、業務計画書（案）、work plan（案）（業務計画書を翻訳したもの）を機構地球環境部及びプロジェクトチーフアドバイザーからのコメントを踏まえ最終化し、提出した。また、短期専門家派遣時に機構ケニア事務所及び本プロジェクトの長期専門家に対して業務計画書を説明するとともに、ケニア側 C/P 機関に work plan を説明し了承を得た。

（２）会議の出席・開催

以下の会議に出席し、関係者と必要な協議を行った。

a) 合同調整委員会（JCC）

- －2017年12月5日 環境天然資源省で実施
- －2018年7月19日 環境天然資源省で実施
- －2019年2月21日 環境天然資源省で実施
- －2020年1月28日 環境森林省で実施
- －2021年9月14日 オンライン実施

b) プロジェクト・マネージメント・ユニット（PMU）会議

- －2017年11月27日 環境天然資源省で実施
- －2019年5月23日 環境森林省で実施
- －2021年1月26日 環境森林省で実施（オンラインで参加）
- －2021年9月3日 オンライン実施

c) メリア・プロモーションセミナー

- －2018年5月16日ボイで開催

d) プロジェクト・インターアクション・ワークショップ

- －2018年6月26日実施
- －2019年7月23日キツイで実施

e) C/P 打合せ

- －2021年2月15日 KEFRI の C/P 及び FTBC の短期専門家、JICA チーフアドバイザー等の参加によりオンラインで実施。第4年時後半及び5年次前半における進捗と今後の実施項目を確認した。
- －2021年4月26日 KEFRI の C/P 及び FTBC の短期専門家の参加によりオンラインで実施。プロジェクトの進捗状況の確認と今後の進め方について調整した。
- －2021年7月1日 KEFRI の C/P 及び FTBC の短期専門家の参加によりオンラインで実施。成果品の作成について調整した。
- －2021年8月6日 KEFRI の C/P 及び FTBC の短期専門家の参加によりオンラインで実施。メリア採種園の間伐の進め方及び完了報告書について調整した。
- －2021年8月30日 KEFRI の C/P 及び FTBC の短期専門家の参加によりオンラインでメリア採種園の間伐に関する講義を実施した。

（３）モニタリング

本業務においては機構が定める「技術協力等モニタリング執務要領」に基づき C/P とともにモニタリングシートの作成を行った。モニタリング事項は、活動報告のみならず、成果発現状況、解決すべき実施上の課題・懸案事項、プロジェクトの進捗・成果に正または負の影響を及ぼす外部要素を含み、これら業務を C/P と共同で確認・記録することとし、毎年8月と2月にプロジェクトチーフアドバイザーに提出した。

（４）業務実施報告書の作成

第1年次(2017年度)～第4年次(2020年度)に、業務実施報告書に関しては2月に取りまとめを行い機構に提出した。

(5) 広報活動

本業務における活動内容及びその成果がケニア内外に広く正しく理解されるよう、長期専門家とも協力し、ケニア側のウェブサイトを通じた情報発信、国内外での研究成果の積極的な発表、第4年次(2020)に林野庁広報誌「林野」4月号への投稿などにより効果的な広報に努めた。

また、第1年次(2017)11月にCADEPプロジェクトのCP3名を研修員として受入れ、日本の育種事業等について講義を行うとともに、育種センターの施設見学を行った。

(6) 作業監理

【Appendix 5-1-1~8】

(2017年度)

- 平成29年11月に作業監理として事務責任者を派遣、合同調整委員会(JCC)及びプロジェクト・マネージメント・ユニット(PMU)会議に出席し、林木育種コンポーネントの今後の活動について説明した。

(2018年度)

- 平成30年4月に作業監理短期専門家を派遣し、増殖短期専門家の補助を行うとともに、今後の育種研究等に必要な予算について関係CP及びチーフアドバイザーと調整を行った。
- 平成30年5月に作業監理短期専門家を派遣し、メリア・プロモーションセミナーに参加するとともに、民間企業による地方採種園造成について調査を行った。
- 平成30年6月に作業監理短期専門家を派遣し、コンポーネントワークショップに参加した。
- 平成30年7月に作業監理短期専門家を派遣し、合同調整委員会(JCC)に参加した。
- 平成30年11月に作業監理短期専門家を派遣し、CPとの今後のプロジェクト活動の検討及びメリア増殖試験の指導を行った。
- 平成31年2月に作業監理短期専門家を派遣し、中間評価調査団に同行するとともに合同調整委員会(JCC)に参加した。

(2019年度)

- 令和元年5月に作業監理短期専門家を派遣し、今後のプロジェクト活動について関係C/P及びチーフアドバイザーと調整を行った。
- 令和元年7月に作業監理短期専門家を派遣し、コンポーネントワークショップに参加するとともに、普及コンポーネントとの連携について検討を行った。
- 令和元年11月に作業監理短期専門家を派遣し、C/Pとの今後のプロジェクト活動の検討及びメリア増殖試験の指導を行った。
- 令和2年1月に作業監理短期専門家を派遣し、合同調整委員会(JCC)に参加した。
- 令和2年2月に作業監理短期専門家を派遣し、C/Pとの今後のプロジェクト活動の検討及びメリア増殖試験の指導を行った。

(2020年度)

- 新型コロナウイルス感染拡大により、令和2年3月以降渡航できない状況が継続した。このため、メールやウェブ会議で活動の進捗状況の確認及び必要な技術指導を行った。

(2021年度)

- 新型コロナウイルス感染の継続により、メールやウェブ会議で活動の進捗状況の確認及び必要な技術指導を行った。

第3章 業務実施運営上の課題・工夫・教訓(業務実施方法、運営体制等)

1. 業務実施の課題

1.1 業務実施方法

育種センターは2012年から2017年に実施されたJICA技術協力ケニア国「気候変動への適応のための乾燥地耐性育種プロジェクト」(以下前育種プロジェクト)について国内最先端の育種技術を提供し、遺伝変異解析、育種研究、増殖技術、耐乾燥性研究等について技術的支援を実施してきた。

本業務においても、この育種プロジェクトで得られた知見及び造成された採種園、検定林等を適切に利用しKEFRIの育種研究能力の向上を図るよう活動を行った。特に *Melia volkensii* については精英樹第2世代の作出に向けてクローン増殖や人工交配の研究を開始し、育種の一つのサイクルを提示することによりKEFRIが自ら育種サイクルを続けていく能力を身につけることを目指した。

(1) 育種

メリアについては、2個所の採種園造成や8個所の検定林の設置、遺伝的多様性保全ガイドラインの作成等、林木育種事業及び研究に必要な基盤整備が前育種プロジェクトで終了し、本業務期間において基礎的なデータ収集及び評価、選抜を実質的に行った。

そのため採種園の育成管理や検定林調査に基づく解析・評価手法といった育種に関する技術についてケニア側が自立して林木育種事業・研究が実施できるよう指導した。プロジェクト期間中検定林等から得られる未知の新規データを用いた解析手法等の指導や精英樹の次世代化等、林木育種のサイクルを進展させるための技術指導を主たる活動とし、C/Pのさらなるレベルアップと林木育種事業及び研究について次段階へのステップアップを図った。

このような科学的なデータに基づいた林木育種の指導は、検定林データから作られたメリアの特性表により採種園の改良の検討が進められたり、検定林データから第2世代の優良木の選抜が行われるなど、C/P側の理解と活動を促進した。また、解析に用いるソフトウェアは無料で汎用的に利用できる手法を使いマニュアルにより指導した。*Acacia tortilis* についてもメリアの研究活動を応用し、2個所の実生採種林を用いた実生検定と優良種苗生産基盤の整備に取り組んだ。また、実生採種林の間伐について、COVID-19により現地での渡航指導ができない中、既往の打合せ内容に基づいてC/P自身による間伐及び材密度・バイオマスの測定作業が的確に実施された。

(2) 増殖技術

前育種プロジェクトにおいて、メリアのつぎ木増殖技術はほぼ確立しC/Pへも技術移転が完了しているが、クローン増殖を最も効率的に行えるさし木技術については、可能であることが数回にわたる試験によって確認されていたが、まだ育種事業を行うレベルでは確立されていなかった。

そのため、本業務ではメリアさし木技術の確立を目指し、日本でのメリアと同属種のセンダンの萌芽枝を用いたさし木試験を行い、その技術を現地でのさし木試験に導入した。更に、さし木の準備から実施までの作業方法をC/P自身で実施できるよう指導した。

2020年3月以降はCOVID-19により現地に入ることができず、日本で代替的にFTBCの熱帯温室でさし木、根ざし等の試験を行った。結果的に十分な結果とはならなかったが、少ないながら成功事例が得られており、現地での試験に結び付けることを考えている。

アカシアについてもクローン増殖技術が開発されていなかったことから、今後、KEFRIにおける採種園の造成に必要なことから、メリア同様、つぎ木、さし木等のクローン増殖技術の開発に取り組んだ。

(3) メリア人工交配

メリアについては精英樹第2世代作出に向けた人工交配の研究を実施した。虫媒花であるメリアの人工交配については初めての試験研究となることから、開花フェノロジーや種子生産性等の

観察、実験デザイン、種子サンプルの取得及び花粉採取や貯蔵等の技術など基礎的手法から始め、交配様式の分析や人工交配の研究に取り組んだ。

(4) 耐乾燥性

育種プロジェクトの活動を通じて、ある程度耐乾燥性について優劣を持ったクローンが絞られてきたことから、九州大学チームにより本業務を通じて耐乾燥性を有すると考えられる優良なクローンの選定に取り組んだが、COVID-19により第4年次以降は現地に入ることができなかつたため、既存のデータにより分析を進め一定の成果を出した。

1.2 運営面での課題

(1) C/P との連携

本プロジェクトにおいては、育種コンポーネントの活動は育種センターがその実施主体となり、本業務においてその事業を実行するものである。主な活動は短期専門家派遣による現地での調査及び技術指導となることから、効率的に現地業務を遂行するためには、C/P との事前の連絡調整をスムーズに行うことがきわめて重要である。特に採種園、検定林等の試験サイトの状況把握については、現場責任者となるC/P（キツイリージョナルセンター所長、キブエジ担当職員）を選任し定期的なモニタリングを行い、情報共有を図りながら本業務を実施した。この実施体制の確立はC/Pのオーナーシップ向上にも大きく貢献するものであった。

(2) 短期専門家の派遣

本プロジェクトにおいては、チーフアドバイザー及び長期専門家2名が派遣されているが、現地調査に際しては主にチーフアドバイザーと協議の上、C/P との調整を図りながら業務を実施した。各年次の開始に当たっては、チーフアドバイザー及び長期専門家に活動計画等を連絡し、適切に業務運営ができるよう調整を図った。また、派遣時期は、対象樹種の開花時期などに合わせるなど、作業の適期を逃さないよう行った。

(3) 研究者、技術者、事務担当者の連携

業務運営をスムーズに行うため、実施管理体制を下図のとおり構築した。耐乾燥性研究を担当する九州大学チームとも検定林データの共有等連携をとり、適切な優良品種の選定を行った。学会誌への投稿については研究者、C/P との共著とした。

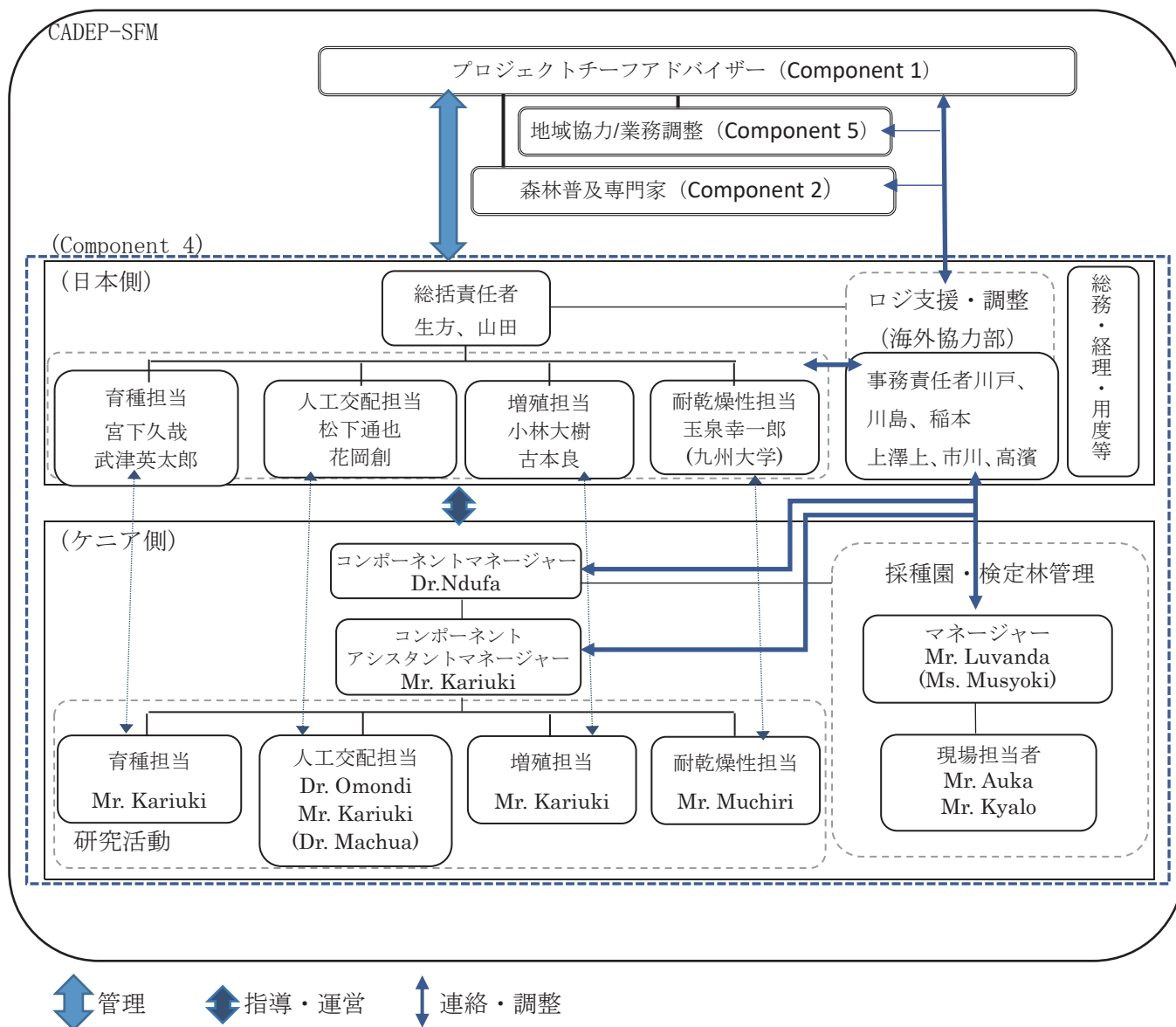
(4) メリア採種園・次代検定林及びアカシア採種林・次代検定林の管理

本業務の実施については、育種プロジェクトで造成された採種園、次代検定林等でのデータを活用しながら業務を行う必要があり、同採種園、採種林、次代検定林の適切な管理は必須であり、適切かつ効率的な維持管理ができるよう C/P 及び本プロジェクトの長期専門家と協力して同管理業務を実施した。

(5) 森林普及に係る活動

本プロジェクトの活動のうち、アウトプット2の森林普及に係る活動については、森林普及長期専門家が担当しているが、育種種苗等の取り扱いや供給体制の強化などについて、長期専門家等と情報共有及び検討を行った。

2. 運営体制



3. 実行チームの編成

担 当	氏 名	業務内容
総括責任者	生方正俊(2017-2021) 山田浩雄(2021)	<ul style="list-style-type: none"> ・研究者を代表して長期専門家との調整 ・研究活動の進捗管理 ・活動計画の提案 ・業務計画書、報告書等のとりまとめ
育種	宮下久哉 武津英太郎 古本 良 高倉良紀 坂本庄生 千葉信隆 橋本光司(2017) 山口秀太郎(2017)	<ul style="list-style-type: none"> ・メリア採種園、検定林の維持管理指導 ・アカシア採種林・検定林維持管理指導 ・検定林調査結果解析・解析手法指導 ・優良候補木の選定 ・メリアのさし木増殖試験 ・アカシアのクローン増殖試験 ・メリア採種園整枝・剪定指導 ・アカシア採種林施業方法指導
人工交配/ 第2世代	松下通也 花岡 創	<ul style="list-style-type: none"> ・メリアフェノロジー調査・指導 ・メリア交配関係調査、DNA 分析 ・メリア花粉収集・貯蔵方法検討 ・メリア人工交配手法検討
耐乾燥性	玉泉幸一郎 作田耕太郎 津山孝人 後藤栄治	<ul style="list-style-type: none"> ・耐乾燥性の評価方法の検討 ・形態学的・生理学的調査 ・耐乾燥性インデックスの開発 ・耐乾燥性の個体の選抜
作業監理	川戸英騎(2017-2018) 川島裕(2018-2020) 稲本龍生(2020-2021) 上澤上静雄(2017-2019) 市川秀隆(2019-2021) 高濱美樹(2021) 小林大樹(2019-2021)	<ul style="list-style-type: none"> ・業務計画書等作成 ・長期専門家、C/P との調整 ・予算管理等 ・JCC 等における懸案事項の調整等

第4章 業務の達成度

コンポーネント4（林木育種）の各課題について、2017年～2018年まではほぼ計画どおり進んでいたが、2020年の新型コロナウイルスの世界的感染拡大により第4年次以降は現地に入ることができず遠隔でのカウンターパートへの指導に留まった。本コンポは、短期派遣専門家による技術移転を行ってきたが、チーフアドバイザー、長期専門家の支援のもと、C/Pとの密接な連絡・連携による効率的な研究開発、技術移転により着実に成果が現れてきており、C/Pのスキルも向上した。

1. 指標の達成度

○指標 4-1 メリア及びアカシアのプラスツリーがTiva及びKibweziの採種園及び検定林で選定される。

【概ね達成】

FTBCとKEFRIの研究者は、成長性や他の特徴を分析し、第1世代のメリアプラスツリーの特性表（案）を作成した。続いて、FTBCはKEFRIに対して、メリアの優勢木の選定と劣勢木の間伐によるメリア採種園の改良（第1.5世代化）を提案し、KEFRIは採種園の着果データの取得を待って間伐を実施することとした。アカシアについては、開花の観察ができなかったため成長及び開花によるプラスツリーの選定は部分的な実施となった一方で、改良のための1回目の間伐を実施した。以上から、メリア採種園及びアカシア実生採種林のプラスツリーの選定は概ね達成された。

更に、FTBCとKEFRIの研究者は、ケニアにおける育種サイクルの先のステップとして、全ケニア地域のメリア第2世代の400個体（1地域100個体）の選定を行った。

なお、メリア採種園の1.5世代化による改良効果は材積で17%増加と、また、第2世代化の選抜による第1世代からの改良効果は材積で14%増加と評価された

○指標 4-2 KEFRIの研究者が人工交配技術を取得する。

【達成】

短期専門家の技術指導を通じ、受粉試験の実践レベルの花粉収集と人工交配の能力は強化された。更に、交配システムの研究のためのDNA採種及びSSR遺伝子分析のような遺伝子試験はカウンターパートにより実施された。このため、KEFRIの研究者による人工交配技術の取得は達成された。

2. 各活動に係る実施状況

4-1 メリア採種園の改良

4-1-1 耐乾燥性に係る選抜基準の精査

【概ね完了】

優良クローン木（成長速度の早いクローン）と劣性クローン（成長速度の遅いクローン）を対象として成長特性について調査を行い、優良クローンは耐乾性の特性を有していることを明らかにした。また、優劣クローンの生理特性として、クロロフィル量（SPAD値）や光合成速度を比較したが、これらには大きな差が認められなかった。更に、優良クローンは成長の遅いクローンよりも形状比（樹高・直径比：H/D比）が小さい傾向にあり、H/D比は耐乾性の指標として有用であることを明らかにした。なお、プラスツリーの特性表への乾燥指標の反映まではできず、H/D比を基準として選抜した苗木の乾燥地での成長試験が課題として残った。

4-1-2 プラス木の特性評価

【完了】

8 個所の検定林（サブ検定林を含む）について、2020 年 7-8 月を除き計画どおり年 2 回（7 月及び 2 月期）の成長量等調査を KEFRI が実施した。2019 年に育種に関する統計解析のための講習・実技指導により統計解析にもとづくプラス木の特性評価を実施し C/P のデータ解析能力も強化された。2021 年、検定林調査結果をもとに、プラスツリー特性表を作成した。

更に、採種園での種子生産量調査および検定林での成長性の解析結果から、優良な Melia 第二世代として机上選抜し、Tiva の検定林においては素性良好なものにペンキでマークをした。改良効果は材積で 14%と評価された。

4-1-3 次代検定の結果に基づく採種園の改良

【概ね完了】

2019 年、短期専門家は、データ解析手法の訓練とともに育種の観点からのいくつかの採種園の改良方法を指導した。2020 年 5 月には FTBC と KEFRI は、採種園の改良の計画を協議したがその後の新型コロナウイルスの拡大のため実施が困難となり、2021 年、FTBC は KEFRI に対して、第 1 世代メリアの統計分析結果を元に劣勢木の間伐によるメリア採種園の改良（第 1.5 世代化）を提案し、KEFRI は採種園の着果データの取得を待って間伐を実施することとした。なお、仮に本数で 50%の劣勢木を除去した場合、改良効果は材積で 17%と評価された。

4-1-4 採種園維持管理マニュアルの作成

【完了】

2021 年、これまでに作成してきた採種園管理に関する資料を取りまとめ、プラスツリーの選抜、クローン採種園の造成、病害虫対策、草刈り及び種子生産などを内容とする採種園維持管理マニュアルを作成した。

4-1-5 クローン増殖技術の研究

【完了】

さし木増殖試験を 2018 年に行ったが、発根が確認できなかった。その後、さし木部位や培地等の条件を変えてさし木試験を C/P により実施し、1 本に発根を確認した。また、2019 年 11 月、とり木によるクローン増殖を試みたが、すべて失敗した。2020 年 4 月より新型コロナウイルス感染拡大により増殖試験は中断し、代替として林木育種センター及び西表熱帯林育種技術園においてさし木及び根ざし増殖試験を実施し、一部発根を確認した。これら試験結果を踏まえ、メリアのクローン繁殖ガイドラインを作成した。

4-2 メリアの第 2 世代作出に向けた人工交配の研究

4-2-1 交配様式に関する研究

【完了】

メリアの交配が実際にどのように行われているかを確認するための交配様式の研究では、両採種園でフェノロジー観察及び種子量の観察を実施し、C/P により供試する試料（実生）の育成を予定どおり進めたが、種子の発芽率が低かった。2019 年から 2020 年にかけて発芽実生からの DNA 抽出が C/P によって行われ確保した。その後、確保したサンプルの DNA 分析（交配様式の解明）は COVID-19 による影響で試薬品の納入が遅れ実験が完了しない状態となった。なお、試薬品が納入され次第、分析は C/P により実施できる様に必要な指導を行った。

4-2-2 人工交配に関する研究

【完了】

メリアの次世代作出技術に用いる人工交配手法確立のための研究を Tiva の採種園にて実施した。短期専門家による技術移転を通じて、花粉の収集及び精選、花粉を人工的に交配する作業に関しては、C/P によって交配試験実施が主体的にできるレベルに能力強化された。

また、FTBC の短期専門家と KEFRI の C/P らは検討を重ね、オープン受粉システムは、次世代のメリアを生産するためのコスト（労働、予算、時間）と効率のバランスの点で優れているようであると議論した。

4-3 アカシアの採種林の改良

4-3-1 実生検定の実施

【完了】

2 箇所の実生検定林について、計画どおり年 2 回（7 月及び 2 月期）の成長量等調査を KEFRI が実施した。ただし、うち 2 回は KEFRI 側の資金不足及び新型コロナウイルス感染拡大により実施できなかった。

4-3-2 実生検定の結果に基づく優良候補木の選定（実生検定の結果に基づくプラス木の特性評価）

【概ね完了】

検定林調査を実施し、成長の特性評価など検定データ分析の結果、植栽木の成長は良好であることから、プラスツリーの選抜を定性的に行うことはできないことから、点状でなく列状で間伐を行うこととした上で成長の良い個体が残るように実施することとした。これにより、樹間が広くなり着花の促進が期待され、2 回目以降の間伐を開花データも活用して行うことができる。また、今間伐時に、材質形質として材密度を測定し、さらに熱エネルギー測定用の資料を収集した。

4-3-3 採種林の改良

【完了】

2018 年 8 月、採種林のアカシアは、ほぼすべての植栽木が自立しており C/P と間伐について協議を行った結果、1 回目の間伐方法は、4-3-2 の考えに基づき、列状で行うこととし、列の方向は対角線、また、改良の観点から残存する植栽木の材積が伐採する植栽木の材積を上回るよう実施することとした。2020 年 11 月、2015 採種林の間伐は対角線状に伐採率は 50%（本数）で伐採した。また、2021 年 3 月、2016 採種林の間伐は、同じように列状（対角線状、伐採率 50%（同））で伐採された。

4-3-4 アカシアのクローン増殖技術の研究

【完了】

クローン増殖技術が確立されていないアカシアのつぎ木等のクローン増殖技術開発に取り組んだが、2020 年 2 月確認したところ、これまでの試験は、2019 年 11 月の袋つぎを含め全て失敗となった。KEFRI と協議をし、育種についてはクローン増殖が難しいことから実生採種林の方法で育種を進めることとした。

第5章 今後に向けた提言

(1) メリア地方採種園造成

コンポーネント（成果）2で実施した民間セクターとの連携事業を今後拡大していく上で、メリア植林を積極的に推進している民間セクターがメリア採種園造成を希望する場合は、適切なクローンの選定及び造成個所に適合した採種園の設計等技術的支援を KEFRI が行うことが必要であり、その取組に対して必要な助言をしていくことが有効である。

(2) メリア優良木選抜

メリア優良木選抜について、検定林調査結果の分析を基に選抜を行ったが、メリアの伐期が12～15年であることから、伐期までの調査結果をもとに優良木の選抜を行うことが理想であり、日本における林木育種の検定林調査結果を勘案し、可能であれば10年生まで検定林調査を行い優良木を選抜することが望ましい。

(3) 採種園等管理費について

プロジェクトによる採種園管理費の負担については、前プロジェクト終了の頃から、KEFRI側と自己負担を求める議論を続けるとともに、2018年11月にはKEFRIに対して文書をもって採種園管理の効率化に係る技術的提言を行ったところである。

2018年以前までのプロジェクトによる経費負担から段階的にKEFRI負担を増やすこととなり、2018年以降は、必要経費の約20%以上をKEFRIが負担することとしていたが、KEFRI側は負担できず、プロジェクト負担額のみで管理が行われていた。支出項目についてはKEFRI側が決めているが、セキュリティの人件費を優先し次に検定林の除草を実施しており、2箇所ある採種園の除草を取りやめることで対応してきた。2019年以降も同様の状況が続いた。今後、KEFRIが、経費面も含めて自立して採種園を管理していけるよう、必要な助言をしていく必要がある。

(4) 人材の確保

プロジェクトの実施期間において、プロジェクトのカウンターパートの研究者などが人事異動でプロジェクトを離れることがあり、移転した技術が十分引き継がれないなどプロジェクトにとってリスクとなった。このため、長く業務や研究に携われる若い世代のカウンターパートの確保が必要である。

(5) 他機関との連携

コンポーネント4（育種）は、コンポーネント2（普及）の造林分野への改良種子・苗木の供給、コンポーネント5の地域協力によるアフリカ近隣国への技術移転に関係しており、本事業でも、各コンポーネントにおける活動との連携を強化するとともに、関係成果に携わる関係者のニーズに配慮した活動が必要であったため、関係者と意見交換を行ってきた。コンポーネント2の関係者とは、改良メリアの種子・苗木の供給の拡大及び改良メリア種子の需要量推測の必要性について意見交換した。また、民間企業からは、優良種子の販売要望や改良メリアの成長データの共有要望などの意見を聴取している。今後、これらの具体化に向け、KFSを始めとする普及の関係者と連携を強化していく必要がある。また、コンポーネント5の地域協力の技術移転においては、KEFRIが主体的な役割を果たすとされていることから、KEFRIの育種担当部局と地域協力の関係者が連携し、ケニアにおけるプロジェクトの成果を基にして各国の状況を踏まえ技術移転を行っていく必要がある。

○ 添付資料


Appendix 1 . Project Design Matrix (PDM).....	28
Appendix 2 . 業務フローチャート.....	30
Appendix 3 . 詳細活動計画.....	31
Appendix 4 . 採種園/採種林・検定林位置図.....	35
Appendix 5 . 専門家派遣実績.....	55
Summary sheet of Activities, FY2017-2021	
(1)Appendix 5-1-1~8 作業監理.....	57
(2) Appendix 5-2-1~7 耐乾燥性.....	116
(3) Appendix 5-3-1~6 人工交配.....	137
(4) Appendix 5-4-1~8 育種.....	187
Appendix 6 . 広報活動.....	224
Appendix 7 . 成果物一覧.....	227

Appendix 1: Project Design Matrix (PDM)

Version 4
Dated: Jan 28 2020

Project Title: Capacity Development Project for Sustainable Forest Management in the Republic of Kenya
Implementing Agency: MoEF (Ministry of Environment and Forestry), KFS (Kenya Forest Service), KEFRI (Kenya Forestry Research Institute) and County Governments
Target Group: Direct Beneficiaries: Staff of implementing agencies and collaborating organizations.
Indirect Beneficiaries: Population of pilot Counties and activity areas of NGO/CBO/private entities in Output 2.
Period of Project: June, 2016 – October 2021 (5 years and 4 months)
Project Site: Nationwide, and ASALs (Arid and Semi-arid Lands) for Output 2 and Output 4. Model Site: Embu County and Taita Taveta County are as Pilot Counties for Output 2.

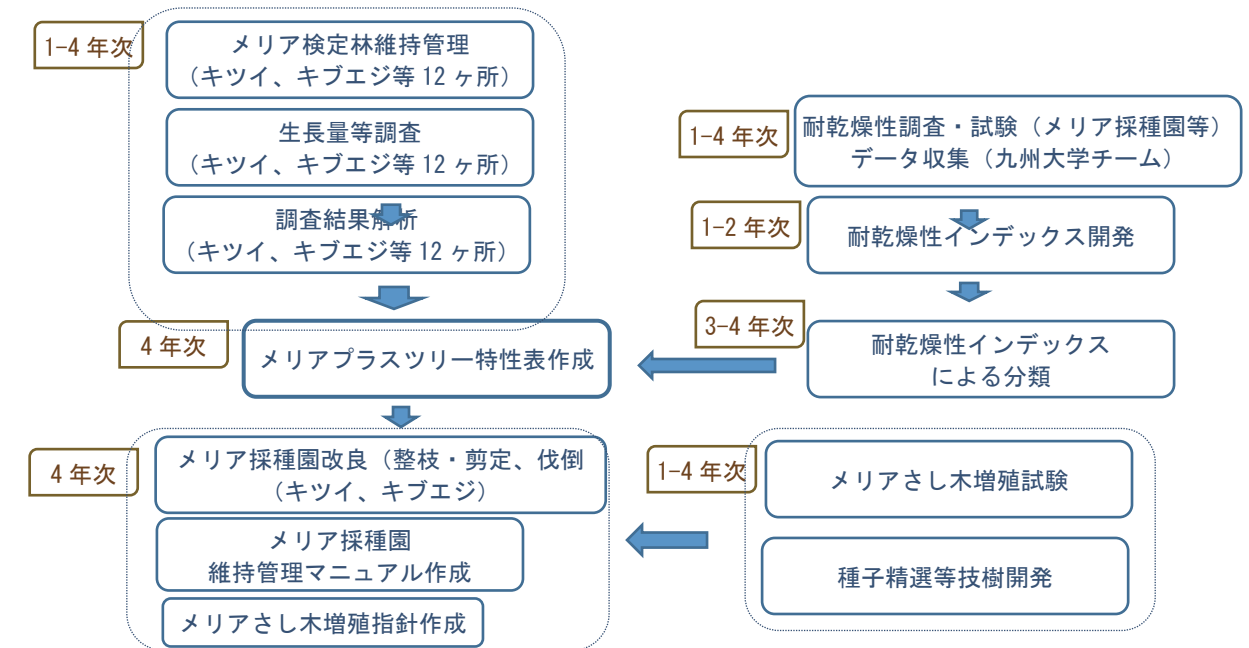
Overall Goal	Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumption	Achievement	Remarks
Sustainable forest management is promoted in Kenya towards the national forest cover target of 10%.	<p>1 Monitoring by methodologies set in the NFMS (National Forest Monitoring System) and the Forest Information Platform as data management function of the NFMS is sustainably implemented and utilized respectively.</p> <p>2 50% of ASAL counties introduce the activities promoted by the Project.</p> <p>3 National Forest Programme is updated.</p>	<p>1 Monitoring by methodologies set in the NFMS (National Forest Monitoring System) and the Forest Information Platform as data management function of the NFMS is sustainably implemented and utilized respectively.</p> <p>2 50% of ASAL counties introduce the activities promoted by the Project.</p> <p>3 National Forest Programme is updated.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Citation in public documents Operation of NFMS Observation of activities 			
<p>Project Purpose</p> <p>Capacity at the national and county level for sustainable forest management is strengthened.</p>	<p>1 70% of direct beneficiaries recognize the improvement of policy implementation.</p> <p>2 At least 3 entities (government, private, NGO/CBO) and individuals newly start growing of improved <i>Melia volkensii</i> in the ASALs.</p> <p>3 REDD+ readiness process is advanced by the establishment of NFMS and FRL (Forest Reference Level).</p> <p>4 KEFRI as AI-CD (African Initiative for Combating Desertification) Regional Hub holds at least 5 Regional/National meetings, workshops and trainings for knowledge sharing.</p> <p>5 Distribution system of seeds and seedlings of improved <i>Melia volkensii</i> is improved.</p>	<p>1 70% of direct beneficiaries recognize the improvement of policy implementation.</p> <p>2 At least 3 entities (government, private, NGO/CBO) and individuals newly start growing of improved <i>Melia volkensii</i> in the ASALs.</p> <p>3 REDD+ readiness process is advanced by the establishment of NFMS and FRL (Forest Reference Level).</p> <p>4 KEFRI as AI-CD (African Initiative for Combating Desertification) Regional Hub holds at least 5 Regional/National meetings, workshops and trainings for knowledge sharing.</p> <p>5 Distribution system of seeds and seedlings of improved <i>Melia volkensii</i> is improved.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Project reports Citation in public documents Interview 	<ul style="list-style-type: none"> There is no major changes of government institutional arrangement on forest and climate change policy. 		
<p>Outputs</p> <p>Output 1 (Policy Support) Implementing and monitoring capacities of forest-related policies/strategies at the national level are enhanced.</p>	<p>1-1 Monitoring and evaluation process of the National Forest Programme is established.</p> <p>1-2 70% of stakeholders recognize the recommendation prepared by the Project as applicable and effective.</p>	<p>1-1 Monitoring and evaluation process of the National Forest Programme is established.</p> <p>1-2 70% of stakeholders recognize the recommendation prepared by the Project as applicable and effective.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Remarks and interview Project reports Interview 	<ul style="list-style-type: none"> Relevant policies currently under deliberation (National Forest Policy, Forest Conservation & Management Bill, National Climate Change Framework Policy, etc.) are finalized. 		
Output 2 (Forestry Extension in ASALs through public, private and NGOs/CBOs partnership) Capacities of public and private sectors, and NGOs/CBOs to promote tree growing in ASALs are enhanced through forestry extension activities.	<p>2-1 PFMP (Participatory Forest Management Plan), FFS (Farmer Field School) and other forestry extension approaches are applied in a strategic and coordinated manner in the Pilot Counties.</p> <p>2-2 Collaboration among private and public sectors, and NGOs/CBOs is enhanced to promote tree growing in ASALs</p> <p>2-3 More than 10 times of seminars/trainings for related stakeholders are held to promote improved <i>Melia volkensii</i> growing.</p>	<p>2-1 PFMP (Participatory Forest Management Plan), FFS (Farmer Field School) and other forestry extension approaches are applied in a strategic and coordinated manner in the Pilot Counties.</p> <p>2-2 Collaboration among private and public sectors, and NGOs/CBOs is enhanced to promote tree growing in ASALs</p> <p>2-3 More than 10 times of seminars/trainings for related stakeholders are held to promote improved <i>Melia volkensii</i> growing.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Observation of activities at field based on the plan. Project reports Proposal/report submitted 			
Output 3 (REDD+ Readiness) Technical capacities for REDD+ readiness activities and forest monitoring for sustainable forest management in KFS are strengthened.	<p>3-1 The methodology of forest monitoring under the NFMS is established and documented.</p> <p>3-2 Forest Information Platform as data management function of the NFMS is developed.</p> <p>3-3 FRL is established in consultation with other stakeholders for submission to the UNFCCC by the Kenyan Government.</p> <p>3-4 Creation of Land Cover/Land Use Map of 2020 is undertaken.</p>	<p>3-1 The methodology of forest monitoring under the NFMS is established and documented.</p> <p>3-2 Forest Information Platform as data management function of the NFMS is developed.</p> <p>3-3 FRL is established in consultation with other stakeholders for submission to the UNFCCC by the Kenyan Government.</p> <p>3-4 Creation of Land Cover/Land Use Map of 2020 is undertaken.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Project reports Report to UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) 			
Output 4 (Tree Breeding) The capacity of breeding techniques for drought tolerant trees in KEFRI is improved.	<p>4-1 Plus trees of <i>Melia volkensii</i> and <i>Acacia tortilis</i> are selected in the seed orchards and stands in Tiva and Kibwezi.</p> <p>4-2 Researchers of KEFRI acquire the skills of artificial crossing technique.</p>	<p>4-1 Plus trees of <i>Melia volkensii</i> and <i>Acacia tortilis</i> are selected in the seed orchards and stands in Tiva and Kibwezi.</p> <p>4-2 Researchers of KEFRI acquire the skills of artificial crossing technique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Project reports Visit/observation of the tree Interview of researchers Demonstration of the techniques 			
Output 5 (Regional Cooperation) Capacity of regional cooperation in KEFRI is intensified by promoting knowledge sharing and transfer of technologies for strengthening the resilience to climate change and	<p>5-1 Database on good practices to strengthen the resilience to climate change and drought in Sub-Saharan Africa is established to be referred by Kenya and other neighbouring countries.</p> <p>5-2 70% of participating countries evaluate the regional cooperation useful.</p>	<p>5-1 Database on good practices to strengthen the resilience to climate change and drought in Sub-Saharan Africa is established to be referred by Kenya and other neighbouring countries.</p> <p>5-2 70% of participating countries evaluate the regional cooperation useful.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Access data of the website Records of the meetings. Project reports Interview of participating countries. 			

drought in Sub-Saharan Africa.			
Activities	Inputs	The Kenyan Side	Important Assumption
<p>Output 1 (Policy Support)</p> <p>1-1 Review existing/planned forest-related policies/strategies.</p> <p>1-2 Conduct gap analysis between the existing forest-related policies/strategies and their actual implementation at field level.</p> <p>1-3 Support planning and monitoring of National Forest Programme and other forest-related policies/laws.</p> <p>1-4 Release policy briefs based on project activities.</p> <p>Output 2 (Forestry Extension in ASALs through public, private and NGOs/CBOs partnership)</p> <p>2-1 Conduct a feasibility study and examine the approach for pilot implementation and select pilot Counties.</p> <p>2-2 Assist formulation and implementation of PFMP in the pilot Counties</p> <p>2-3 Support farmers to conduct FFS in strategic collaboration with implementation of PFMP in the Pilot Counties</p> <p>2-4 Promote collaboration among government institutions, private entities and NGOs/CBOs in enhancing tree growing in ASALs</p> <p>2-5 Promote tree growing of improved <i>Melia volkensii</i> in ASALs</p> <p>Output 3 (REDD+ Readiness)</p> <p>3-1 Design, develop and test the NFMS for Kenya.</p> <p>3-2 Operationalize the Forest Information Platform.</p> <p>3-3 Conduct accuracy assessment of 2014 Land Cover/Land Use Map which is developed by SLEEK (System for Land-Based Emission Estimation in Kenya).</p> <p>3-4 Create land cover/land use change maps using 4 historical data of land cover/land use maps.</p> <p>3-5 Collect information on emission factors, set emission factors and develop 2014 Carbon cover/land use maps.</p> <p>3-6 Analyse the land cover/land use changes based on the 4 time historical data of land cover/land use maps.</p> <p>3-7 Develop and evaluate FRL with stakeholders.</p> <p>3-8 Strengthen capacities for creating 2020 Land Cover/Land Use Map.</p> <p>3-9 Train C/P for new technology or methodology of MRV (Measurement Reporting Verification) and test them for future development of MRV system in Kenya.</p> <p>Output 4 (Tree Breeding)</p> <p>4-1 Improve the quality of clonal seed orchards of <i>Melia volkensii</i>.</p> <p>4-2 Study of artificial crossing toward 2nd generation of <i>Melia volkensii</i>.</p> <p>4-3 Improve the seedling seed stands of <i>Acacia tortilis</i>.</p> <p>Output 5 (Regional Cooperation)</p> <p>5-1 Design the scope and prepare a TOR of regional cooperation by networking with related countries.</p> <p>5-2 Hold regional cooperation meetings and forum.</p> <p>5-3 Collect good practice information for strengthening the resilience to climate change and drought in Sub-Saharan Africa from Kenya and surrounding countries.</p> <p>5-4 Accumulate the collected information, and establish the database on KEFRI's website.</p> <p>5-5 Share the collected knowledge and technologies with other countries in Sub-Saharan Africa.</p> <p>5-6 Improve access to finance to combat desertification.</p>	<p>The Japanese Side</p> <p>1 Personal [Long-term expert] (1) Chief adviser/Forest policy (2) Regional cooperation/Coordinator (3) Forestry Extension</p> <p>[Short-term expert (Consultant)] (1) NFMS/FRL/MRV (Measurement, Reporting and Verification) (2) Tree breeding (3) Experts as necessary</p> <p>2 Counterpart Training</p> <p>3 Machinery, Equipment and Materials (1) Equipment for NFMS (2) Equipment for tree breeding extension (3) Equipment for information sharing (4) Vehicles (5) Other necessary machinery, equipment and</p> <p>4 Supplementary budget for local expenditure</p>	<p>The Kenyan Side</p> <p>[Project management unit] (1) Project Director - MENR (2) Director, KFS (3) Director, KEFRI</p> <p>[OUTPUT Level] (1) Project Manager - MENR (2) Component managers – MENR, (3) Counterpart/Administrative personnel</p> <p>[Administrative staff] (1) Secretary (2) Driver (3) Other staff</p> <p>2 Land and Facilities (1) Project office in Nairobi (MENR, (2) Land and nursery for forest tree seed</p> <p>3 Administrative and Operational Cost</p>	<p>• Ongoing relevant initiatives such as 1) formulation of national forest programme, 2) revision of Kenya NFMS Road Map, 3) upscaling of forest inventory to national level, are cooperative with the Project.</p> <p>• Data from collaborating institutions including DRSRS and RCMRD (Regional Centre for Mapping of Resources for Development) are made available.</p> <p>• Selection of pilot County governments is completed timely for efficient activity operation.</p> <p>Pre-Conditions</p> <p>• Devolution of forest extension functions is agreed between KFS and county governments by March 2016 as stated by relevant acts.</p> <p style="text-align: center;"></p> <p><Issues and countermeasures></p>

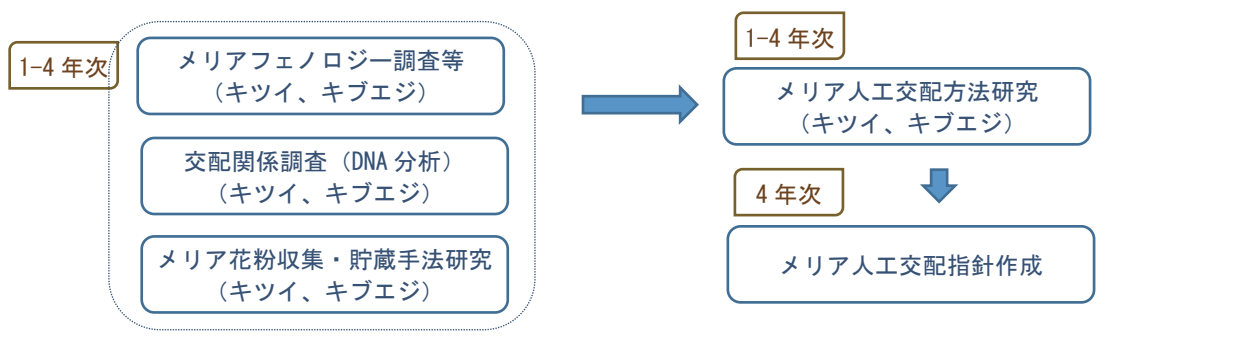
Appendix2

業務のフローチャート

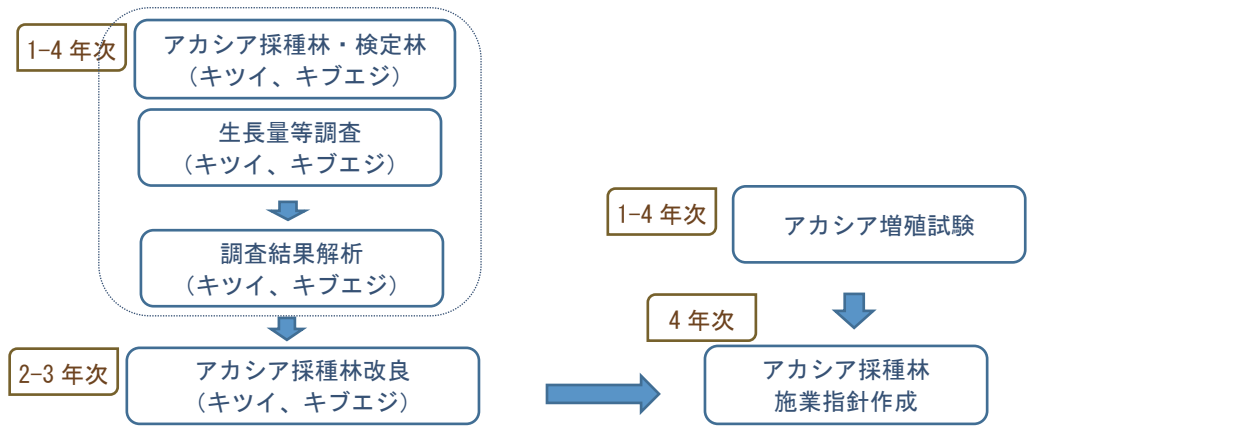
(*Melia volkensii* の採種園の改良)



(*Melia volkensii* の第2世代作出に向けた人工交配の研究)



(*Acacia tortilis* の採種林の改良)



Appendix 3 詳細活動計画

Appendix 3-2

年間活動計画(Annual Plan of Operation 2018.7-2019.6)

Activities	2018						2019					
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
(Activity 4-1) <i>Melia volkensii</i> の採種園の改良												
耐乾燥性に係る選抜基準の精査												
優劣クローンの成長フェノロジーの比較			■			■		■				
優劣クローンの生理特性の比較(苗畑実験)			■			■		■				
耐乾燥性インデックスの開発												■
プラスチックの特性評価												
検定林調査・データ解析	■	■	■				■	■	■			
クローン増殖技術の研究												
さし木増殖技術の開発					■	■	■	■	■			■
(Activity 4-2) <i>Melia volkensii</i> の第2世代創出に向けた人工交配の研究												
交配様式に関する研究												
採種園におけるフェノロジー調査等	■	■	■			■	■	■				
交配様式を解明するためのDNA分析						■	■	■	■			
人工交配に関する研究												
花粉の収集及び貯蔵方法の検討						■	■	■				
交配手法の検討	■	■	■			■	■					
(Activity 4-3) <i>Acacia tortilis</i> の採種林の改良												
実生検定の実施												
実生検定林の調査	■	■	■				■	■				
実生検定結果に基づく優良候補木の決定												
実生検定林調査データ分析			■	■				■	■			
採種林の改良												
採種林の間伐の検討	■	■	■									
クローン増殖技術の研究												
つぎ木、さし木増殖技術の開発					■	■	■	■	■			■
全般的な業務												
JCC等会議出席	■											
業務実施報告書の作成								■	■			■
モニタリング						■						■
広報活動								■	■			

■ : Study or investigation in the sites including implementation by C/P


■ : Analysis and study in Japan

Appendix 3 詳細活動計画

Appendix 3-3

年間活動計画(Annual Plan of Operation 2019.4-2020.3)

Activities	2019										2020		
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
(Activity 4-1) <i>Melia volkensii</i> の採種園の改良													
耐乾燥性に係る選抜基準の精査													
優劣クローンの成長フェノロジーの比較													
優劣クローンの生理特性の比較(苗畑実験)													
耐乾燥性インデックスの開発													
インデックスを用いてプラスツリーについて耐乾燥性に関する分類													
プラスツリーの特性評価													
検定林調査・データ解析													
クローン増殖技術の研究													
さし木増殖技術の開発													
(Activity 4-2) <i>Melia volkensii</i> の第2世代創出に向けた人工交配の研究													
交配様式に関する研究													
採種園におけるフェノロジー調査等													
交配様式を解明するためのDNA分析													
人工交配に関する研究													
花粉の収集及び貯蔵方法の検討													
交配手法の検討													
(Activity 4-3) <i>Acacia tortilis</i> の採種林の改良													
実生検定の実施													
実生検定林の調査													
実生検定結果に基づく優良候補木の決定													
実生検定林調査データ分析													
採種林の改良													
採種林の間伐の検討													
クローン増殖技術の研究													
つぎ木、さし木増殖技術の開発													
一般的な業務													
JCC等会議出席													
業務実施報告書の作成													
モニタリング													
広報活動													

 : Study or investigation in the sites including implementation by C/P

 : Analysis and study in Japan

Appendix 3 詳細活動計画

Appendix 3-4

年間活動計画(Annual Plan of Operation 2020.4-2021.10)

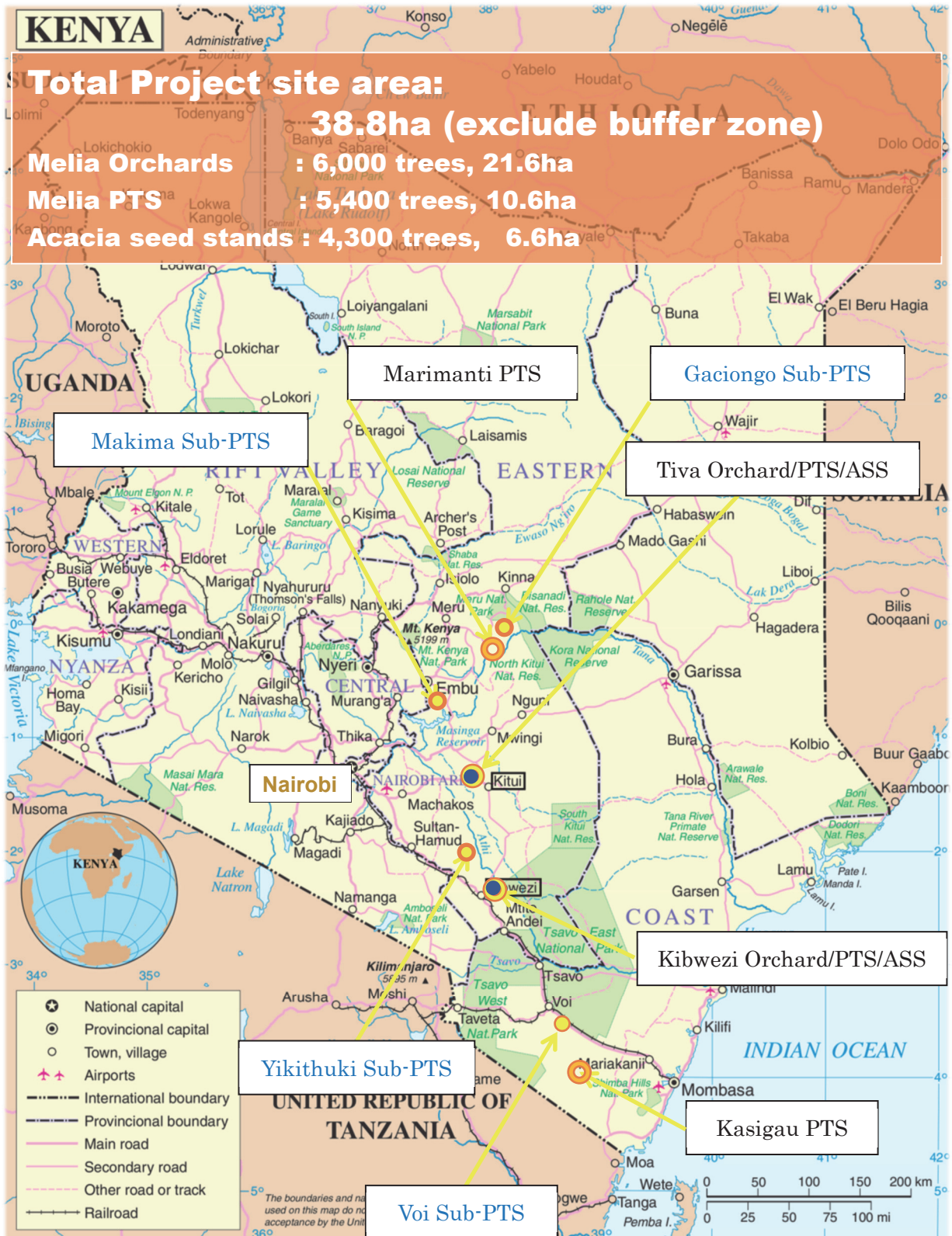
Activities	2020												2021									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
(Activity 4-1) <i>Melia volkensii</i> の採種圃の改良																						
耐乾燥性に係る選抜基準の精査																						
優劣クローンの成長フェノロジーの比較																						
優劣クローンの生理特性の比較(苗畑実験)																						
耐乾燥性インデックスの開発																						
インデックスを用いてプラスツリーについて耐乾燥性に関する分類																						
プラスツリーの特性評価																						
検定林調査・データ解析																						
プラスツリー特性表の開発																						
検定林維持管理指導																						
次代検定の調査結果に基づく採種圃の改良																						
整枝・剪定																						
伐倒除去																						
採種圃維持管理マニュアルの作成																						
マニュアルの作成																						
種子精選等技術開発																						
クローン増殖技術の研究																						
さし木増殖技術の開発																						
(Activity 4-2) <i>Melia volkensii</i> の第2世代創出に向けた人工交配の研究																						
交配様式に関する研究																						
採種圃におけるフェノロジー調査等																						
交配様式を解明するためのDNA分析																						
人工交配に関する研究																						
花粉の収集及び貯蔵方法の検討																						
交配手法の検討																						
(Activity 4-3) <i>Acacia tortilis</i> の採種圃の改良																						
実生検定の実施																						
実生検定林の調査																						
実生検定結果に基づく優良候補木の決定																						
実生検定林調査データ分析																						
採種圃の改良																						
採種圃の間伐																						
クローン増殖技術の研究																						
つぎ木、さし木増殖技術の開発																						
全般的な業務																						
JCC等会議出席																						
業務実施報告書、業務完了報告書の作成																						
モニタリング																						
広報活動																						

 : Study or investigation in the sites including implementation by C/P

 : Analysis and study in Japan

Appendix 4: 採種園/採種林・検定林位置図

Melia Orchards/Progeny Test Sites & Acacia Seed Stands Location Map



Number of plantation and area in the Project

Clonal Seed Orchard of *Melia volkensii*

Number of plantation	2012	2013	2014	2015	2016	Total
Tiva orchard	1,800	600	600			3,000
Kibwezi orchard	1,800	600	600			3,000
Total	3,600	1,200	1,200			6,000

Progeny Test Site of *Melia volkensii*

Number of plantation	2012	2013	2014	2015	2016	Total
Gacongo subPTS				160		160
Marimanti PTS			160	864		1,024
Makima subPTS				160		160
Tiva PTS			480	864		1,344
Yikithuki subPTS				160		160
Kibwezi PTS			480	864		1,344
Voi subPTS				160		160
Kasigau PTS			180	864		1,044
Total			1,300	4,096		5,396

Seedling Seed Stand of *Acacia tortilis*

Number of plantation	2012	2013	2014	2015	2016	Total
Tiva seed stand				500	1,200	1,700
Kibwezi seed stand				648	1,944	2,592
Total				1,148	3,144	4,292

* Area of boundary : Area of plantation + buffer zone

Area (ha)	Area of plantation	Area of boundary*
Tiva orchard	10.8	12.4
Kibwezi orchard	10.8	12.8
Total	21.6	25.2

Area (ha)	Area of plantation	Area of boundary*
Gacongo subPTS	0.3	0.4
Marimanti PTS	2.0	2.9
Makima subPTS	0.3	0.4
Tiva PTS	2.5	4.8
Yikithuki subPTS	0.3	0.4
Kibwezi PTS	2.9	3.8
Voi subPTS	0.3	0.4
Kasigau PTS	2.0	4.0
Total	10.6	17.1

Area (ha)	Area of plantation	Area of boundary*
Tiva seed stand	2.8 including no planting area	6.1
Kibwezi seed stand	3.8	5.0
Total	6.6	11.1

Appendix 4 - *Melia volkensii* CPT Transects(selection areas)

Region	S/No.	Transect Name	No. of CPTs	Code
Coastal	1	Voi - Mwatate	10	VM
	2	Voi-Galana	10	VG
South Eastern	3	Mutha - Inyali	12	MTA
Central Eastern	4	Katulani - Kavisuni	10	KT
Central	5	Mwea Special	2	MWA
Eastern	6	Mwingi - Tseikuru	8	TSK
	7	Mwingi - Nuu	4	NUU
	8	Embu - Dams	7	EmbD
	9	Embu-Ishiara-Gatunga	13	EmbIG
Northern	10	Meru - Isiolo	4	MI
	11	Garissa-Bangale	4	GB
	12	Garba-Wamba	6	GW
	13	Wamba-Marsabit	10	WM
		TOTAL	100	

Table 1: Transects across *Melia* areas of occurrence and number of CPTs selected

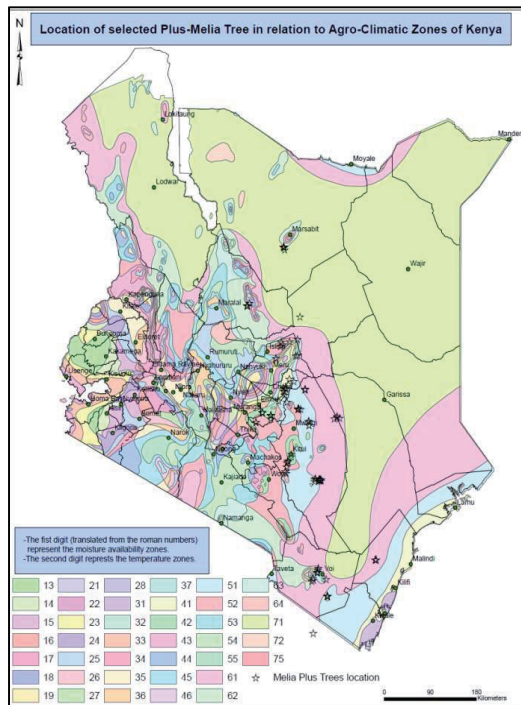


Figure 2: *Melia* Candidate plus Trees location sites in relation to Agro-climatic zones

Appendix 4- *Acacia tortilis* CPT Transects (selection areas)

Block	T/No.	Transect Name	No of CPTs
A	1 &2	Tana-Lamu	11
B	3	Voi-Mwatate	6
	4&5	Machakos-Mwingi	11
C	6	Isiolo-Garba	4
	7	Archers-Isiolo	4
D	8	Maralal-Wamba	8
	9 & 10	Wamba-Marsabit	8
H/A	11&12	Garissa	6
E	13	Loitokitok-Namanga	9
	14	Kajiado-Magadi	4
	15	Namanga-Kajiado	8
C	Added	Tharaka	4
F	16	Baringo	6
G	17, 18 &19	Turkana	7
B	20	Kibwezi	4
TOTAL			100

Table: Transects from which *Acacia tortilis* CPTs were selected

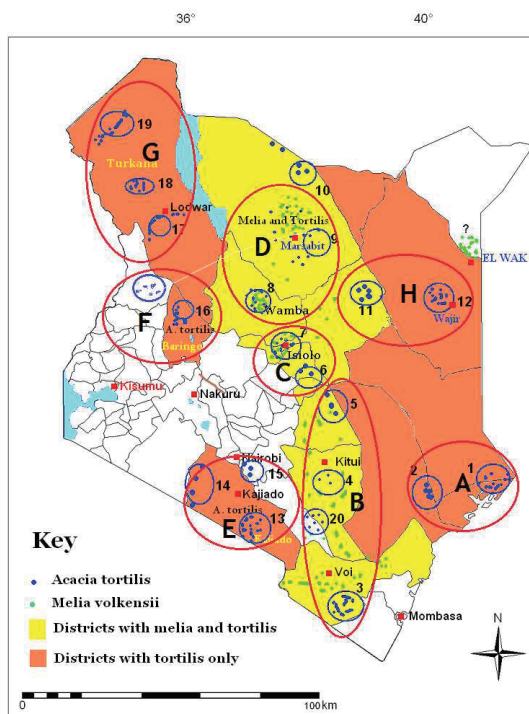


Figure: Distribution of *Acacia tortilis* blocks and populations for selection of CPTs (Table)

Layout of Kibwezi Melia clonal seed orchard

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
50	32	82	63	2	70	39	20	98	36	93	36	65	74	8	38	70	17	88	56	48	73	31	92	33	74	75	84	64	37	41	46	96	28	100	35	54	5	95	40	74	29	49	84	60	98	9	25	92	7	75	53	25	38	88	74	83	7	73			
49	61	54	7	97	8	45	31	89	34	83	14	97	3	75	23	91	16	87	13	66	54	16	46	11	30	70	21	4	77	46	26	95	4	65	77	38	50	53	70	72	7	47	46	28	12	95	26	3	14	50	80	81	71	5	94	40	5	94	40		
48	85	4	92	17	67	15	74	86	46	94	19	68	21	60	52	69	1	89	10	5	22	80	28	61	19	45	52	18	1	15	87	73	67	53	57	42	89	60	29	81	63	17	19	22	6	63	59	94	55	35	15	68	13	53	90	35	19	96	28	50	76
47	79	77	95	14	75	83	41	21	71	56	26	44	17	8	42	96	71	4	67	63	21	3	2	57	26	65	88	40	2	80	90	30	10	16	92	24	71	14	17	44	39	62	85	65	50	68	74	58	5	54	89	70	44	73	86	23	69	46	4	9	
46	91	30	43	86	26	100	35	62	78	84	50	45	35	86	81	20	98	47	77	11	7	55	82	59	15	5	54	98	39	86	79	71	50	74	32	58	48	13	12	30	45	4	57	87	79	82	30	21	100	2	45	39	64	51	53	49	68	30	89	61	97
45	44	68	19	76	18	55	51	63	30	58	12	49	35	32	78	92	7	88	95	24	20	100	84	57	12	71	13	13	11	97	49	83	94	10	97	95	90	23	98	54	73	67	71	17	80	20	8	100	3	79	83	93	72	37	82	32	92				
44	28	33	34	64	90	65	7	72	11	87	73	82	72	64	97	38	11	11	34	49	71	41	63	31	33	59	89	88	54	85	72	46	21	55	69	78	38	52	1	91	37	2	22	88	31	97	24	77	43	91	6	27	71	15	56	78					
43	69	78	21	88	13	86	31	85	1	54	36	60	68	47	90	24	1	61	31	86	16	47	76	3	27	45	41	305	95	29	41	73	9	42	93	64	99	9	66	45	16	87	18	41	94	61	32	21	95	1	76	28	13	91	100						
42	60	75	40	79	95	2	93	75	24	37	99	50	62	17	61	5	29	66	83	8	18	10	99	81	6	67	7	100	69	47	76	19	39	35	86	3	8	12	57	13	74	8	68	75	15	47	62	98	23	60	14	51	39	11	99	100					
41	20	39	11	49	3	45	48	6	25	59	22	94	47	66	14	16	33	22	80	97	77	25	91	62	32	26	77	12	68	6	99	48	74	52	66	56	10	22	43	29	36	6	96	52	3	92	30	25	11	67	32	29	69	10	3	16					
40	15	52	44	57	61	67	76	77	82	75	79	80	6	41	59	95	28	2	32	3	16	20	94	89	24	20	100	84	57	12	71	13	13	11	97	49	83	94	10	97	95	90	23	98	54	73	67	71	17	80	20	8	100	3	79	83	93	72	37	82	
39	12	54	77	57	55	10	33	77	82	95	90	9	89	58	4	23	37	44	92	60	42	62	29	90	93	7	11	13	85	87	40	84	43	62	55	81	78	22	75	24	59	30	44	61	33	91	71	98	50	51	5	89	63	70	88	24	42	26	83	92	65
38	67	6	80	24	89	23	63	96	50	100	51	46	19	57	64	21	80	6	15	48	5	10	64	96	56	68	54	53	24	94	44	58	37	83	10	42	27	13	93	58	88	85	72	45	95	73	26	31	87	44	65	69	42	41	90	48	45	34	56	82	90
37	79	73	74	26	31	66	59	90	29	20	5	36	72	90	49	78	81	47	7	69	46	6	92	76	12	37	55	50	99	27	69	60	65	73	51	23	45	44	80	47	94	57	63	34	9	67	49	48	20	32	23	50	84	55	59	38	8	20	43	70	2
36	25	47	22	42	93	4	9	65	34	39	7	13	96	76	27	94	85	14	56	74	55	78	80	34	82	95	8	25	98	35	2	17	29	71	99	67	91	43	92	9	90	55	70	96	83	3	37	81	10	76	28	2	83	27	94	22	60	74	79	75	16
35	16	9	58	53	60	25	13	70	95	84	28	61	41	48	73	10	33	34	8	76	31	49	19	33	36	51	23	78	47	48	96	7	20	76	46	26	32	6	57	79	29	4	77	43	27	50	59	53	47	82	21	100	58	29	11	30	80	58	15	41	62
34	27	53	85	99	38	37	75	51	31	18	2	83	91	45	40	92	12	43	50	48	52	22	44	90	1	52	15	9	13	89	97	5	72	61	49	18	70	64	28	87	23	53	5	33	91	75	93	39	72	33	78	12	81	66	18	93	88	22	72	78	84
33	52	64	12	5	23	62	40	98	64	71	85	1	25	65	100	79	83	11	18	39	51	26	60	63	100	91	35	32	59	38	86	82	31	25	30	58	21	10	17	81	2	86	35	89	82	54	95	62	9	63	25	67	91	51	47	37	54	69	17	11	18
32	55	30	80	41	73	7	30	86	27	100	81	53	38	89	72	24	3	71	60	81	91	6	79	11	2	43	21	20	53	60	43	15	19	74	11	89	60	22	39	49	42	12	42	64	66	26	99	36	46	44	36	34	40	90	1	48	32	65	59	35	
31	17	69	22	36	56	91	57	42	45	56	12	35	96	38	19	23	1	82	57	62	80	69	87	92	34	37	62	8	36	75	1	98	93	36	68	63	3	82	85	93	55	62	48	76	31	15	10	79	1	85	97	55	24	32	39	77	97	86	12	51	66
30	61	67	92	66	20	74	29	70	13	43	95	80	3	88	69	26	78	5	85	24	72	88	57	14	71	47	51	96	79	33	56	40	27	75	79	4	41	8	66	42	94	59	8	61	81	19	24	84	20	86	56	100	82	68	28	61	70	81	34	37	
29	49	83	35	18	21	53	88	66	94	27	46	29	90	83	94	99	54	70	23	51	27	33	12	5	15	24	45	64	91	52	5	28	84	76	50	65	34	16	98	43	13	8	32	38	27	14	5	77	87	6	88	69	45	20	55	80	49	21	41		
28	46	68	6	2	97	14	40	68	65	87	34	33	51	48	16	9	49	39	76	41	55	38	68	4	25	48	82	73	18	32	97	23	51	62	17	67	70	40	91	28	30	58	92	34	75	37	29	18	78	54	66	64	31	17	85	14	6	92	54	38	39
27	43	84	100	4	15	10	1	37	30	82	97	59	62	70	77	37	18	42	44	4	59	3	66	9	63	44	50	68	69	87	99	88	14	38	72	18	81	86	90	96	53	19	42	77	57	16	14	44	71	89	63	46	21	58	18	56	76	7	78	96	89
26	10	28	32	89	54	99	32	32	19	26	35	38	89	83	84	73	27	72	29	87	98	93	61	83	94	31	23	8	19	83	70	78	17	7	85	74	20	9	77	43	4	69	60	31	35	65	40	52	72	11	26	40	67	13	96	73	97	86	4	85	10
25	13	3	81	92	36	57	3	9	25	74	4	55	31	40	60	15	57	92	7	47	53	90	42	89	20	39	71	41	24	21	13	71	59	29	46	88	47	8	89	30	49	45	76	42	100	29	3	39	32	23	83	60	15	13	36						
24	16	61	88	78	79	56	38	77	6	7	11	29	8	76	33	96	21	3	45	43	56	59	84	5	98	58	29	57	34	4	8	63	80	66	84	20	85	61	97	83	99	43	27	88	16	29	2	47	36	74	34	16	42	33	18						
23	9	52	25	8	78	60	85	64	96	45	24	17	9	5	79	20	36	61	73	77	1	100	27	73	52	55	10	46	28	32	35	23	12	3	14	74	1	9	3	50	98	80	82	61	87	60	92	91	77	26	35	46	11	65	23						
22	56	18	55	100	68	66	94	76	92	16	88	48</																																																	

Gaciongo sub-PTS (2015planting)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
8	58f	60	24f	76f	70f	22	28	1f	22f	34f	61f	14	60f	37	39	70f	27	1	30f	11	8
7	43f	97f	41	39	2	49f	19	4	11	13	48f	36f	67f	35f	51f	7f	97f	31	72f	34	7
6	10f	5	43	61f	57	3	48f	3f	79f	17	6	29	11f	27f	8f	38f	17	4	43f	10	6
5	36	6	30f	10	33	55f	2f	31	7f	8f	2f	43	3f	7	91f	76f	32	57	20	33	5
4	9	54f	21	20	6f	21f	12	16	27f	25f	26	3	12	34f	5	100f	36	1	21	4f	4
3	67f	53f	51f	27	35f	7	65f	74f	12f	100f	46f	74f	79f	59f	6f	1f	12f	24f	41	40	3
2	4f	1	9f	26	34	5f	59f	14	40	29	53f	28	55f	9f	8	59	16	19	58f	13f	2
1	46f	8	37f	11f	32	60f	91f	72f	23	36f	2	65f	49f	60	10f	13	5f	23	22	9	1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	

Gate

One line Guard row is outside: Clone12o.

Marimanti PTS (2015planting)

PTS 2014 ↑

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
50	41	24f	91f	11f	70f	41	8	2	4f	35f	36f	51f	70f	49f	36f	10	7	3	50
49	9f	51f	14	6f	22	4	39	5	40	7	9f	5	27	61f	40	3f	14	6f	49
48	12f	19	49f	27	53f	97f	91f	14	21	41	29	12	2f	3	39	12	21	67f	48
47	13	31	67f	33	36f	13	10	11f	30f	11	13	33	74f	20o	30f	23	4	27f	47
46	2	61f	34f	32	8	16	19	55f	46f	4f	39	49f	70f	9	65f	8	41	31	46
45	11	57	51f	5f	100f	2f	31	23	3	2	34f	16	91f	36f	5	49f	19	11	45
44	53f	12	10	4f	70f	8f	27	48f	67f	14	32	2f	3	55f	22	16o	51f	10	44
43	76f	20	17	21	60f	24f	41	43	33	11f	31	17	4	9f	13	53f	4f	1	43
42	32	13	3f	16	36	11	17	4	29	5f	9	6f	7	33	61f	34f	8	74f	42
41	⊗	6f	5	9f	55f	43f	7	23	57	91f	5	12	30f	2	9f	23	4	2f	41
40	9	10	41	12	34f	70f	76f	39	19	9f	51f	24f	3	20	40	19	27	32	40
39	19	76f	4	53f	31	2	40	22	11f	48f	34	2f	74f	97f	57	9	67f	3f	39
38	⊗	14	33	29	10f	60	14	8f	3f	100f	40	8	31	32	27f	39	11f	30f	38
37	20	9	27	16	74f	⊗	21	67f	20	61f	30f	34f	49f	10f	61f	8f	2	76f	37
36	17	12	4f	32	17	36	55f	9	74f	27	3	58f	16	91f	22	17	11	5f	36
35	13	40	8	20	6f	11f	39	5	24f	76f	7	1f	29	33	24f	21	55f	10	35
34	11	14	29	10	7	100f	⊗	31	91f	51f	11	79f	10	9	36f	13	43f	34f	34
33	22	70f	27f	⊗	30f	13	49f	41	3f	6f	70f	31	67f	12	41	4	49f	29	33
32	61f	51f	4f	67f	12	27	2	5f	53f	2f	16	5f	22	19	16	7	14	51f	32
31	76f	2f	20	8f	40	11f	57	24f	12	97f	46f	11f	55f	40	8	5f	33	58f	31
30	9	48f	32	19	⊗	21	34f	14	33	⊗	5	9	100f	61f	39	3	67f	8f	30
29	33	⊗	27f	⊗	⊗	⊗	55f	⊗	⊗	⊗	8	51f	4	41	57	27	13	41	29
28	6f	⊗	⊗	53f	74f	10	⊗	⊗	⊗	19	7	26	2f	58f	20	11f	17	5	28
27	76f	4	⊗	46f	12f	2	91f	9f	31	30f	⊗	10f	49f	30f	31	55f	100f	53f	27
26	36	12	28	11	3f	13	20	11f	67f	32	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	26
25	8	2f	21	16	23	34f	12	34	39	40	17	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	25
24	7	65f	70f	32	3	4f	76f	72f	49f	61f	20	59f	23	5	1	39	4	3	24
23	100f	33	60	10f	36	6	2	9f	24f	97f	29	10	7f	48f	21	25f	36f	9	23
22	5	57	76f	22	3f	60f	21	36f	51f	3	35f	91f	74f	76f	14	70f	9f	36	22
21	74f	29	19	91f	27	36f	6f	22	11	41	27	3f	1f	4f	19	17	7	31	21
20	55f	17	32	30f	39	70f	34f	23	4f	33	53f	22	32	31	6f	11	3	16	20
19	39	40	20	8f	9	12f	24f	5f	32	67f	16	30f	2	10	24f	27	34f	23	19
18	1f	6f	24f	3f	33	21	14	61f	2	36f	17	11f	34	9f	20	4	8	9f	18
17	4f	11	43	61f	22	5	40	48f	8f	74f	91f	8	55f	49f	74f	40	36f	13	17
16	5o	31	57	32	4	70f	55f	3	7	9f	27	19	4f	6f	51f	8f	33	5f	16
15	29	55f	23	2f	13	74f	76f	9	51f	70f	40	2f	24f	30f	14	76f	11	1f	15
14	20	39	3f	19	49f	41	1	10	13	12	22	5	17	21	12	29	17	10f	14
13	67f	11	30f	58f	34f	8f	16	31	38f	48f	91f	39	4	11f	32	26	31	27f	13
12	40	7	21f	36	67f	32	2f	20	57	100f	14	16	7f	18	10	43f	100f	67f	12
11	4	8	33	13	29	37	36f	76f	7	97f	2	41	9f	74f	2f	27	5f	19	11
10	39	57	27	61f	9	12	51f	70f	46f	47f	53f	22	30f	12f	23	58f	24f	9	10
9	36f	3	22	6	3f	23	10	74f	34	3	51f	4f	32	55f	72f	79f	41	20	9
8	21	6f	91f	5	24f	59f	39	12f	11	91f	11f	61f	48f	12	34f	8f	61f	100f	8
7	2f	7	2	55f	36o	2f	4f	13	54f	37f	20	43	10f	8	65f	14	4f	8	7
6	23	41	70f	33	53f	49f	60f	34f	25f	16	17	14	24f	76f	49f	29	6f	32	6
5	8	17	3f	9	8f	4	31	5	3	33	3f	29	21	27f	2	33	11f	53f	5
4	19	74f	61f	10	100f	74f	76f	97f	21	9f	4	30	55f	31	10	41	34f	17	4
3	16	27	22	60	36f	3f	5f	40	39	70f	20	91f	13	36	12	36f	9	91f	3
2	53f	40	1f	23	49f	65f	61f	6f	67f	28	8	19	22f	11	5	30f	49f	35f	2
1	59	46f	48f	67f	7	27	34	51f	14	11	10f	5f	2	13f	16	3	24f	40	1
Gate	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	

Two lines of guard row are outside of the line, one line of guard row of the row.

Out side of the line:Clone 17, inside of the line and row:Clone12

⊗ These cell weren't planted in order to avoid gully

Makima sub-PTS (2015planting)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
8	10	3f	59f	14	36	7f	34	5	3	8	1f	4	14	29	1	48f	6	10	34	43f	8
7	23	67f	74f	10f	8f	17	4f	33	53f	70f	46f	13	27f	35f	16	59	5f	8	57	27f	7
6	2	79f	21	46f	1f	35f	9f	22	5f	55f	100f	72f	5	12f	10f	79f	49f	39	31	65f	6
5	6f	59f	60	43f	51f	12	25f	39	9	91f	30f	27	2	28	9f	36f	34f	24f	36	7	5
4	37f	27	26	54f	34f	30f	57	41	4	31	3f	13f	43	34	1f	4f	70f	55f	11f	91f	4
3	13	65f	2f	12f	48f	40	7	49f	1	19	33	97f	21	60f	61f	40	51f	67f	9	58f	3
2	58f	20	28	36f	72f	6	22f	43	29	32	53f	8f	37	23	19	20	65f	3	11	41	2
1	11f	100f	97f	11	16	60f	76f	21f	24f	61f	12	60	17o	76f	6f	97f	32	74f	22	2f	1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	

One line Guard row is outside: Clone12o.



Gate

Tiva PTS Date of Planting: 19th Dec 2014

24	76	38	14	1	170	59	9	4f	59	9	37	48	38	4f	9	59	2	9	48	14
23	59	4f	9	37	5		55	1	76		4f	70	39	76	40	37	14	37	170	59
22	37	170	55	76	70	2	38	37	170	5		1	2	9	38	9	40	38	70	5
21	48	14	52	40	48		40f	40	2	48	14	38	59	55	1	5	1	9		2
20	9	38	2	37	9	14	59	39	52	70	40	37	48	40	14	48	14	40	70	37
19		1	170	70	39	52		37	1	170	76	1	170	5	9	37	70	59	2	48
18	70	14	52	40f	5	40	48	4f	55	40f	9		14		48	2	1	40	170	38
17	38	5	48	37	38	2	76	9	70	5	48	38	59	2	1	170	9	70	5	59
16	37	59	4f	72	9	20f	37	38	170	59	1	37	60	9	59	40	14	37	38	40
15	76	60	170	55	59	8		200	8	57	2	40	200	35	14	2	9	170	2	70
14	74	3	40f	40	14	48	22	2		71	20f	52	74	4f	9	48	70	1	38	37
13	9	48	22	70	5	55	76	1	5	3		39	76	170	37	170	2	14	40	1
12	38	200	8	44	60	300	71	32	300	3	170	1	14		48	5	59	48	170	5
11	2	72	35	52	40f	40	44	38	37	30f	2	55	40	48	170	40	9	2	14	38
10		70	1	38	39	48	70	72	35	14	40f	300		20f	70	37	70	1	70	40
9	55	30f	32	57	22		30f	5	32	57	4f	74		9	14	38	14	37	38	59
8	170	4f	2	9	170	59	3	40	44	48	71	30f	40	8	5	40	48	5	2	37
7	39		1	55	48	44	37	20f		22	300	55	1	60	2	59	1	14	59	38
6	38	57	20f	32	76	2	15	34	55	74	37	70	38	52		5	70	5	48	170
5	4f	76	49	59	52	170	40f	3	8	32	57		8	74	70	40	59	9	2	37
4	300	11	5	55	14	60	5	200	9	22	200	34	72	40		38	170	48	38	170
3	15	25	70	74	72	37	4f	71	52	60	18f	59	5	9	48	37	59	1	5	59
2	39	30f	35	32	15	40f	48	18f	2	57	35	25	14	20f	5	9	48	14	38	9
1	72	14	44	49	300	38	30f	70	200	39	1	11	40f	22	1	40	2	70	1	170

←2015site

Block starting points
BLOCK X : Y
 Block I 1 : 1
 Block II 1 : 9
 Block III : 17

Block Assessment direction

1 line guard row

Tiva PTS (2015planting)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
36	16	39	10	70f	11f	3	76f	14	61f	12	20	6f	21	24f	40	7	20	41	10	39	1f	19	13	30f	36
35	4	23	53f	2	12f	20	16	30f	11f	19	40	31	76f	5	34f	43f	51f	2f	11f	11	67f	70f	33	27	35
34	32	31	91f	3f	27f	4f	11	55f	23	100f	3f	8f	11f	70f	33	16	48f	10f	3	34f	12f	5f	10f	100f	34
33	20	33	34	36f	61f	46f	9f	2	48f	39	32	74f	49f	13	36	53f	3f	30f	31	74f	21	8f	55f	5	33
32	13	7	17	55f	22	76f	7	91f	17	41	12	9	1f	21	8	10	14	4	19	5	49f	40	41	2f	32
31	11	2f	57	16	51f	29	5	4	40	14	29	22	76f	40	67f	74f	49f	17	91f	61f	27	8	17	9	31
30	31	9	27	24f	67f	23	35f	65f	10f	51f	10	27f	4f	61f	11	34f	9	8f	22	51f	14	13	4	6f	30
29	36f	91f	5	12	2	3	5f	21	16	36f	30f	7	31	13	55f	9f	16	76f	55f	3f	32	23	9f	29	29
28	67f	20	21	17	6f	41	8	22	3	8f	9	74f	6f	33	2f	79f	1	4f	58f	20	36f	2f	7	11	28
27	8	51f	32	19	4f	70f	72f	39	60	9f	12	14	53f	29	8	32	30f	2	49f	40	33	34f	49f	70f	27
26	61f	41	3f	2f	53f	10	11f	97f	24f	32	60f	22	27	24f	39	48f	57	12	91f	10	57	19	67f	6f	26
25	4	5f	100f	27	24f	9f	43	27	17	46f	2	36f	19	97f	34f	14	9f	7	21	41	22	3	39	74f	25
24	21	36	76f	8f	4	33	100f	34f	7f	55f	3	9	4	70f	2f	13	5	4f	27	3f	51f	48f	29	10	24
23	2	7	58f	23	17	11	67f	61f	6f	5f	91f	7	11	21f	40	74f	31	17	55f	40	24f	32	14	41	23
22	39	3f	6f	49f	20	2f	5	16	36	57	39	5	20	23	3	2	16	12	1	30f	36f	70f	19	8	22
21	12	24f	40	31	13	3	4f	25f	97f	10	33	13	11f	27	39	21	57	49f	5f	41	5	21	76f	100f	21
20	30f	100f	11f	10	70f	14	9f	76f	49f	4f	22	14	100f	2f	32	8f	10	11f	51f	27f	3f	49f	12	34f	20
19	11	5f	91f	34	2	61f	74f	48f	17	23	67f	9f	4	6	40	53f	76f	6f	91f	17	2	74f	32	22	19
18	53f	9	19	21	12	4	7	51f	8	36f	61f	7	41	26	1f	43f	9f	34f	67f	11	24f	61f	12f	9	18
17	9f	59f	7	33	3f	41	22	65f	10f	70f	40	46f	60	4f	2	16	33	14	30f	57	23	29	5	4	17
16	30f	32	55f	6f	36f	9	10	11f	4f	27	11	3	2f	27	31	3	11f	49f	20	4f	12	19	21	27	16
15	29	74f	31	97f	22f	34f	1f	32	55f	33	74f	9f	29	9	20	17	19	3f	53f	36	5f	72f	53f	30f	15
14	8f	24f	58f	14	8f	46f	24f	61f	39	13	36f	16	34f	8	28	36	34	67f	51f	91f	35f	55f	67f	41	14
13	22	48f	33	60f	19	43	20	91f	8	22	27f	79f	51f	39	76f	13	70f	8	10f	16	12f	10f	36f	31	13
12	10	8	13	39	41	5f	4	59f	11	5	21f	61f	48f	53f	22	36f	2	6	5	27	10	70f	100f	24f	12
11	29	2f	3f	61f	36	49f	7	9	12	67f	17	6f	32	31	21	41	34f	40	30f	38	74f	44	4f	22	11
10	9f	4	94f	9	1f	14	4f	40	39	2	33	36	97f	19	46f	11	55f	12	47f	3	21	13	35f	8	10
9	5f	19	74f	15f	53f	57	31	6f	55f	24f	23	8f	58f	25f	17	60f	20	19	67f	11f	20	91f	65f	12	9
8	23	34f	55f	72f	30f	2	13f	19	10	34f	100f	41	30f	10	2	57	2f	5f	10	7	4	39	67f	54f	8
7	2f	59	29	6f	3	41	11f	5f	20	21	8	22f	3	5	22	38f	8	31	9	70f	49f	76f	32	16	7
6	16	10f	14	11	12f	13	100f	76f	12f	43	39	9f	7	27	29	79f	16	7f	61f	43f	6f	19	9	36f	6
5	35f	61f	43	18	7	40	27	34	48f	51f	31	65f	11f	36f	21	20	9f	3f	24f	53f	34f	31	26	3	5
4	36	13	74f	53f	8f	3f	12	70f	5	14	74f	3f	2	23	4	100f	28	32	60	10f	1f	4f	33	57	4
3	70f	4f	51f	33	23	22	27f	91f	30f	16	27f	33	55f	8f	24f	51f	31	5	7	20	41	12	17	16	3
2	27	91f	1	32	67f	13	11	29	17	53f	9	40	32	34	76f	58f	49f	29	37	14	46f	40	37f	51f	2
1	43f	2f	3	49f	48f	39	6f	33	8	9f	60f	97f	11f	14	22	21	91f	17	23	8f	27	76f	36f	11	1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	

Two lines of guard row are outside. Inside:Clone12o, Outside:Clone14o ↓ PTS 2014

Yikithuki sub-PTS (2015planting)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
10	13	72f	49f	6	22	1	4	28	24f	36f	11f	48f	43f	13	5f	8f	10
9	7f	8	10f	60	51f	55f	2f	27	21	7	26	28	46f	67f	59f	12	9
8	21f	37f	100f	32	5	43	48f	59f	65f	8	35f	60f	76f	91f	60f	32	8
7	46f	27f	34	36	19	39	30f	34f	72f	19	97f	22	10	57	30f	27f	7
6	12	1f	2	12f	29	9	40	11	79f	74f	20	41	4f	3f	1f	49f	6
5	67f	21	10f	6f	20	7	25f	3f	2	70f	27	43	51f	6f	34	16	5
4	54f	22f	4f	76f	70f	97f	65f	10	1	31	35f	9	61f	14	40	58f	4
3	26	91f	23	33	74f	3	36f	14	34	13f	65f	4	3	11	2f	17	3
2	79f	16	31	24f	17	58f	5f	11f	53f	55f	100f	29	9f	6	33	37	2
1	53f	61f	43f	57	9f	8f	35f	41	43	23	5	36	60	12f	34f	39	1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	

Gate

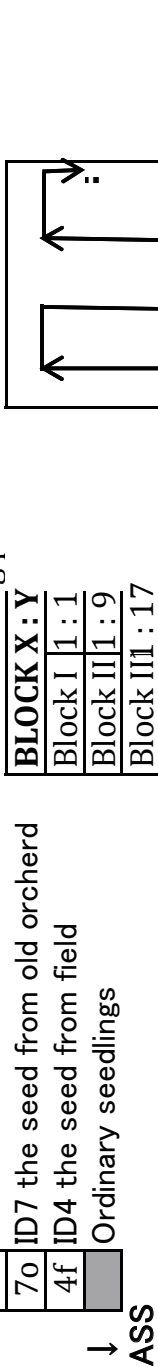
One line Guard row is outside: Clone12o.

Kibwezi PTS Date of Planting: 16th Dec 2014

24	4f	38	37	9	59	48	14	37	9	76	2	59	70	59	9	1	170	
23	1	55	70		170	5	1	4f	39	38	170	48	1	48	4f	5	70	38
22	70	39	37		59	40	59	38	55	14	39	37	38	70	38	37	4f	55
21	40	48	76	9	37	9	48	14	170	40	38	40	48	14	40	1	5	59
20	170		14	40	170	70	1		70	39	59		37	170	5	9	48	1
19	1	39	76	48	14	76	48	37	48		170	9	70	38	70	40	40	76
18	14	9		38	55	40	1		4f		38			1	170	9	1	37
17	2	37		170	9	5	39	37	38	170	1	37	70	9	70	48	76	40
16	40f	1	32	40	72			14		39	48	8	170		53		130	59
15		9		76		25	4f		9	37	76	74		1	70	20f	8	4f
14	170	35		3		15	48	130	200		4f	53	130	37		25		39
13	14	74	32	40			22	53	40f		15	9			15	300	32	48
12	59	39	5		170		5		1	55	48	59	30f		20f		76	1
11	55	9	18f	53			39	74	57	170	40	8		55	71	5	9	57
10	3	76		70	25	35	40f	22	59	200	9	38	57		37	70	3	14
9	38	14		74	22	34	55	9	5	130	37	34	20f	9	38	18f	200	
8		55	37	9	30f		1	2	57	39	72	35		60	74	55	5	32
7	2	25			15	35	40	3	48	71	32	59		37		39		170
6	15		48	170	51	40f	39	38		4f	34		2	18f	14	57	37	20f
5	22	32		18f	38	8	72	70	14	5	74		70	55	53	40f		22
4	130	35	34	53	71	4f	9		53	18f		8	40	76		200	76	30f
3		57	8	40		130		1	2	60	9	30f		5	38	4f	48	9
2	5			200	14	34	20f		14	15	76		39	59	71		1	37
1	300	70	38	25	170			59		3	72	8		1	55	170	20f	74

Old gate → 2015site

9 Clone ID Numbers Block starting points Block Assessment direction



Kibwezi PTS (2015planting)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
44	39	14	61f	32	46f	24f	51f	40	1f	4	91f	43	76f	6f	1f	8f	30f	3	14	7	39	8	6f	14	44
43	41	74f	4f	76f	22	23	5	21	39	41	12	27	39	41	20	21	4	10	13	9	5f	21	29	31	43
42	19	16	34f	55f	17	33	2f	1	8f	14	3f	5f	22	51f	49f	91f	16	61f	27	2	24f	9f	11	4	42
41	17	12	57	70f	53f	41	31	43f	76f	10f	11	8	16	7	11	2	22	8	19	67f	30f	12	40	27	41
40	5	11f	61f	8f	40	100f	20	70f	32	9f	5	53f	70f	36	23	55f	36f	12	34f	31	74f	36f	76f	3f	40
39	7	32	20	10	21	51f	2	58f	36f	33	20	12f	30f	100f	97f	65f	6f	53f	41	5	58f	10	14	34f	39
38	74f	24f	67f	34f	33	49f	3	6f	91f	10	17	3	57	13	10	60	61f	12f	4f	29	48f	2f	8f	67f	38
37	2	39	2f	14	91f	36	27	41	19	11f	21	27	24f	9f	11	5	48f	51f	8f	17	16	46f	12	23	37
36	30f	31	13	4f	9f	24f	9	3f	53f	16	8	72f	40	55f	31	22	32	39	27f	22	76f	33	31	9	36
35	57	29	55f	21	17	60f	23	97f	36f	55f	33	36	49f	29	19	12	49f	3	7	9f	49f	35f	27f	13	35
34	74f	16	9	11	67f	22	28	100f	9f	70f	48f	3f	32	3	9	3f	13	40	19	5f	74f	3	40	30f	34
33	19	36f	2f	61f	51f	32	10f	91f	20o	6f	79f	4	7	67f	8	33	2	10f	17	34f	20	4f	70f	34	33
32							14	19	61f	12	76f	40	22	30f	41	16	100f	21	51f	53f	5	10	67f	2f	32
31							76f	10	74f	51f	23	49f	91f	5	11	97f	24f	79f	29	39	8o	9f	27	49f	31
30							39	21	60f	13	8f	3	2	36f	14	39	4f	9	48f	3f	74f	41	16	33	30
29							30f	5f	6f	33	100f	9	70f	19	9f	20	32	27	8f	36f	4	24f	13	11f	29
28							35f	19	41	14	12	21	29	51f	6f	23	31	76f	61f	22	6f	5f	55f	14	28
27							5	58f	61f	4f	20	34f	30f	41	10f	40o	30f	55f	33	11f	20	34f	53f	57	27
26							29	1f	10o	67f	16	27	74f	1	4	2f	5f	7	67f	10f	3f	5	29	19	26
25							4	2	12f	6f	36	22f	8	53f	13	24f	3	17	11	8	91f	1f	31	8f	25
24							72f	51f	7f	46f	29	23	36f	54f	22	32	43f	41	10	27	74f	4f	67f	3	24
23							23	91f	34f	100f	17	55f	70f	57	49f	2	20	61f	46f	33	48f	9f	2f	49f	23
22							7	11f	36f	49f	7	2f	91f	34f	6f	27	76f	70f	22	12	14	6	100f	36f	22
21							55f	21f	70f	24f	34	13	59f	9f	5	17	9	55f	4f	40	4	60	57	26	21
20							61f	4	97f	65f	32	3	8	11	4	40	27f	3f	8	2	32	23	43	33	20
19							16	31	19	30f	11f	12f	28	74f	2	67f	51f	48f	5f	91f	34	17	7	31	19
18							17	53f	39	2f	34f	16	3f	11f	32	20	53f	36	10	27f	12	9	10f	11	18
17							7	76f	40	11	22	4f	36	21	24f	9	39	31	70f	37f	13	25f	58f	21	17
16							15f	10	100f	29	6f	57	23	11f	10	40	33	100f	65f	3	16	8	53f	11f	16
15							36f	31	14	49f	33	20	25f	17	61f	43f	67f	6f	76f	4	26	7	55f	29	15
14							10f	20	9	5	34f	3	27f	41	13	38	57	22	27	7f	5	36f	3f	9f	14
13							12	1	40	41	7	5f	9	32	18	16	14	8f	2	9	11	40	43	14	13
12							30f	16	53f	48f	24f	16	29	97f	4	19	21	32	3	19	74f	57	34f	76f	12
11							23	55f	27	21	11f	74f	79f	72f	43	76f	24f	48f	12	31	49f	61f	21	12	11
10							3f	57	14	59	34	91f	36f	22f	12	51f	4f	100f	41	59f	13	1f	70f	19	10
9							5	17	22	1f	2f	27f	39	49f	10f	17	2f	67f	2	51f	35f	8	91f	27	9
8							33	31	20	70f	34f	100f	11	67f	2	20	36	53f	19	4	97f	34f	53f	9f	8
7							10	30f	7	6f	5f	51f	36	21	58f	8	6	91f	65f	9f	39	74f	23	11	7
6							61f	8f	11f	29	32	4	7	3	27	46f	4f	3f	7	40	12f	6f	28	47f	6
5							13	35f	55f	14	39	53f	60f	34	33	30f	11	38f	29	76f	70f	49f	8f	21f	5
4							9f	50f	19	22	9	8	54f	40	8f	70f	27f	36f	67f	32	37f	33	61f	13	4
3							5f	37	48f	2	21	12f	97f	22	55f	24f	11f	2	35	30f	46f	20	43f	39	3
2							24f	58f	41o	23	5f	36	13f	44	23	32	12	60f	31	13	2f	5	17	10	2
1							94f	27	16	17	3f	39	4f	11	74f	91f	2f	4f	41	22	60	8	51f	31	1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	

Two lines of guard row are outside

Inside:Clone12o, Outside:Clone14o

↓ PTS 2014

Acacia seed stand →

Mom
basa
RD.

Voi sub-PTS (2015planting)

Gate →

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
8	5f	70f	20	12f	26	4f	1f	97f	6	61f	20	32	12f	11	9f	19	46f	43f	31	2f	8
7	8f	14	17	41	76f	36f	10	40	8	27f	74f	1f	13f	27	4f	3	100f	79f	22	57	7
6	16	55f	59f	7	34	33	100f	35f	48f	13	53f	59	43	91f	61f	40	33	55f	35f	17	6
5	65f	11	22	32	53f	31	11f	27	39	36	12	35f	48f	8	30f	76f	34f	5f	34	41	5
4	67f	19	43	60f	74f	6f	46f	91f	60	43f	7f	1	28	2	24f	21	43	7	39	9	4
3	1	58f	30f	29	25f	9	4	2	51f	21f	60f	97f	58f	4	36f	5	2f	8f	23	51f	3
2	10f	5	37f	12	3	54f	21	10f	23	57	26	29	65f	70f	27f	60	3f	10	49f	11f	2
1	3f	7f	49f	22f	34f	79f	9f	24f	28	72f	59f	6	16	13	36	14	67f	6f	72f	37	1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	

One line Guard row is outside: Clone12o.

Kasigau PTS (2015planting)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
36	22	20	5	33	3f	1f	49f	51f	36f	2f	5	27	61f	48f	22	8f	14	11f	76f	97f	67f	32	4	57	36
35	55f	8	46f	1	16	60	11	41	40	39	12f	11	9	55f	9f	6f	21	3	13	9	12	3f	20	10	35
34	39	4f	12	70f	4	34f	31	6f	10	36	74f	3	97f	2	19	8	91f	23	24f	7	5	11	24f	21	34
33	3f	29	19	32	67f	9	29	30f	7	34f	21	20	67f	36f	13	33	17	2	31o	61f	2f	22	17	74f	33
32	8f	53f	7	22	5	12f	2	17	19	32	4f	17	8f	10	32	2f	11f	29	51f	14	70f	30f	16	36	32
31	49f	34	27	9f	13	91f	40	61f	22	33	10f	3f	43	70f	14	40	16	4	19	67f	40	39	41	27	31
30	6f	31	4	16	3	76f	74f	53f	3	11	74f	27	2	51f	5	10f	21	7	49f	43f	34f	11f	4f	8	30
29	4f	41	8	21	100f	2f	31	9	12	14	100f	36f	49f	20	100f	27	35f	53f	9	24f	55f	12	19	36f	29
28	74f	30f	10	67f	49f	7	30f	39	4f	76f	31	40	17	3	23	22	11f	20	41	5f	16	51f	29	2	28
27	65f	9f	48f	70f	24f	14	36f	91f	3f	70f	16	2f	19	13	91f	33	34f	76f	12	33	23	3	5	20	27
26	6f	14	61f	76f	5f	8f	34f	55f	41	58f	30f	57	10	41	12	61f	7	31	46f	6f	39	17	9f	24f	26
25	32	53f	39	91f	11	60f	23	13	10o	12f	27f	8	21	51f	9f	48f	10f	1f	2	9	8f	32	55f	40	25
24	10	22	21	8	3f	17	46f	5	9f	24f	49f	6f	11f	29	32	4f	30f	5	11f	49f	7f	3f	26	74f	24
23	33	3f	4f	20	12	6f	57	76f	34	2	14	36f	4	13	22	27	74f	55f	41	67f	27	13	2f	16	23
22	31	28	16	40	34f	19	67f	40	91f	74f	67f	11	40	1	17	70f	2f	20	39	4	3	7	23	9	22
21	9	51f	13	11f	2f	53f	48f	7	61f	3	58f	53f	12f	55f	91f	12	57	3f	34f	22	65f	31	61f	39	21
20	70f	21	22	41	36	29	11	49f	5	10	29	60f	20	49f	9f	46f	24f	16	8	70f	36f	100f	55f	20	20
19	8f	30f	100f	14	23	5f	8	70f	25f	41	4	8f	24f	19	5f	27	33	23	32	91f	27	8f	97f	32	19
18	2	74f	39	27	33	30f	12	36f	57	2f	10f	60	100f	8	4f	6f	61f	41	13	76f	49f	41	6f	10	18
17	61f	91f	9f	76f	20	55f	27f	7	61f	97f	67f	91f	31	76f	39	2	40	34	35f	14	3f	2	33	1f	17
16	36	51f	34f	16	21	4f	31	5	34f	14o	6	1f	9	53f	3	7	30f	43	11f	27f	31	51f	13	21f	16
15	10f	24f	53f	4f	11	59f	19	9f	4f	30f	4	36	11	32	67f	21	9f	16	10	3	17	22	32	19	15
14	5	2	10	23	9	2f	58f	39	17	12f	51f	48f	24f	29	33	70f	5f	51f	55f	19	43f	9	4	72f	14
13	22f	100f	33	17	11f	48f	76f	3	21	74f	40	79f	34f	3f	8	14	4	36f	11	6f	12	7	27f	11f	13
12	74f	5f	7f	70f	3f	14	100f	36f	23	46f	59	61f	28	16	4f	22	31	97f	100f	74f	13f	20	10	36f	12
11	65f	4	13	61f	49f	20	12	11	41	55f	11f	4	13	21	11f	76f	13	7	25f	16	33	5	29	74f	11
10	31	39	1f	19	9f	34f	40	5	27	19	7	29	32	9f	35f	55f	12f	9	34f	43f	70f	67f	39	91f	10
9	53f	7	29	16	44	33	30f	10	57	9	12	38f	31	17	11	3	32	3f	40	26	21	8	94f	27	9
8	22	5	8	47f	91f	76f	39	14	1	59f	53f	3	24f	2	30f	8	5f	61f	36	27	30f	11f	5f	40	8
7	18	17	2f	3	34	2	32	11	100f	76f	41	10	67f	5	6f	23	51f	31	21f	57	51f	22	76f	4f	7
6	37f	11f	13	19	23	54f	61f	36f	67f	5f	19	2f	36	16o	34	49f	13	29	4	27f	8f	100f	6f	17	6
5	41	27	14	40	67f	53f	51f	79f	58f	17	3f	23	72f	9f	21	74f	8f	7	21	91f	2f	10f	41	34f	5
4	9f	55f	20	35f	49f	48f	5	9	74f	20	61f	91f	36f	30f	58f	3	76f	32	24f	12	40	67f	3	70f	4
3	65f	22	34f	29	4	8	36	6f	33	41	49f	2	32	12	24f	51f	55f	8	33	14	27	48f	22	4f	3
2	39	7	2	91f	8f	39	60	10f	27f	43	16	48f	14	10f	19	10	46f	60f	43	70f	20	53f	1f	17	2
1	8f	37	33	36f	31	57	11	12	70f	97f	5f	23	9	2f	4	5f	21	9	6	22f	10	11	24f	6f	1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	

Gate

↓ PTS 2014

Two lines of guard row are outside. Inside:Clone12o, Outside:Clone14o

Tiva *Acacia tortilis* seedling seed stand

line		A19	A85	A85	A85	A83	A83	A80	A80	A79	A76	A76	A75	A73	A73	A72	A72	A71	A71	A69	A69	A68	A68
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
#		A67	A22	A70	A65	A5	A82	A86	A74	A34	A44	A33	A67	A65	A54	A60	A88	A34	A30	A85	A51	A37	A59
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
#		A23	A67	A22	A29	A72	A30	A76	A45	A60	A54	A31	A63	A19	A45	A66	A47	A74	A33	A22	A35	A71	A69
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
#		A3	A74	A67	A29	A46	A78	A47	A35	A52	A53	A22	A84	A83	A55	A36	A68	A73	A50	A45	A79	A48	A40
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
9		A78	A47	A59	A65	A29	A41	A73	A43	A66	A37	A40	A36	A85	A61	A28	A1	A43	A44	A19	A78	A75	A80
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
8		A75	A31	A45	A60	A65	A29	A59	A50	A62	A80	A1	A71	A87	A3	A75	A69	A62	A31	A29	A5	A63	A56
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
7		A70	A80	A83	A49	A37	A65	A31	A49	A79	A9	A74	A51	A48	A56	A68	A33	A59	A67	A3	A37	A32	A36
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
6		A72	A85	A43	A35	A65	A48	A62	A31	A32	A33	A23	A63	A69	A60	A9	A74	A34	A51	A53	A49	A47	A45
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
5		A71	A62	A60	A40	A67	A79	A46	A62	A31	A66	A71	A47	A75	A49	A45	A85	A83	A5	A22	A66	A54	A61
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
4		A73	A32	A79	A47	A83	A19	A69	A71	A62	A31	A54	A44	A53	A62	A37	A61	A79	A52	A40	A29	A60	A35
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3		A43	A44	A52	A22	A53	A44	A74	A73	A55	A55	A31	A41	A81	A80	A36	A3	A30	A19	A76	A78	A59	A69
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
2		A55	A67	A29	A56	A84	A46	A76	A66	A37	A50	A55	A31	A65	A35	A43	A86	A31	A67	A68	A73	A2	A55
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1		A60	A75	A36	A51	A85	A87	A36	A5	A49	A22	A51	A55	A31	A87	A55	A45	A48	A70	A50	A72	A1	A84
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
5		A40	A33	A50	A76	A19	A31	A59	A50	A34	A30	A19	A31	A53	A31	A31	A31	A32	A32	A36	A37	A43	A43
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
4		A#6	A47	A47	A48	A50	A50	A51	A51	A52	A52	A52	A53	A53	A53	A53	A53	A53	A53	A53	A53	A53	A53
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3		A5	A92	A60	A88	A20	A90	A33	A16	A66	A58	A13	A74	A33	A13	A15	A66	A16	A58	A17	A15	A66	A92
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
2		A92																					
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1		A5	A93	A17	A74	A66	A15	A74	A20	A17	A86	A60	A66	A86	A93	A92	A60	A21	A92	A13	A60	A74	A20
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
		A92	A16	A5	A21	A12	A13	A59	A12	A89	A14	A59	A15	A14	A91	A12	A89	A17	A33	A12	A89	A56	A90
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 row

Planted in Dec.2016
Planted in Apr.2015

Site layout and planting
 •2015year 25 plot X 4 trees X 5 blocks = 500 trees (25 families)
 •2016year 59 plot X 4 trees X 5 blocks =1,200 trees(59 families)
 •Guard rows 460 trees Total 2,160 trees

Kibwezi *Acacia tortilis* seedling seed stand

line

	A19	A85	A85	A85	A85	A83	A83	A83	A83	A80	A80	A80	A79	A79	A76	A76	A75	A73	A73	
27	A72	A22	A69	A54	A37	A32	A19	A70	A44	A85	A67	A69	A47	A45	A51	A19	A50	A35	A31	
26	A51	A72	A22	A60	A74	A48	A46	A29	A83	A22	A45	A40	A66	A60	A36	A46	A37	A43	A44	
25	A46	A45	A72	A22	A36	A34	A71	A66	A73	A55	A33	A74	A37	A50	A71	A53	A83	A74	A62	
24	A60	A85	A36	A71	A29	A19	A80	A44	A75	A70	A43	A60	A36	A46	A59	A80	A68	A33	A75	
23	A73	A48	A79	A67	A71	A29	A53	A67	A5	A31	A59	A53	A39	A31	A72	A44	A55	A54	A19	
22	A76	A70	A47	A69	A37	A71	A29	A69	A51	A79	A50	A68	A78	A52	A65	A47	A22	A85	A67	
21	A29	A31	A40	A71	A72	A32	A71	A31	A71	A23	A85	A45	A47	A51	A48	A50	A62	A34	A48	
20	A65	A53	A78	A74	A65	A52	A23	A69	A31	A47	A37	A35	A34	A3	A74	A73	A19	A43	A63	
19	A37	A45	A23	A46	A51	A55	A53	A19	A69	A31	A5	A72	A31	A75	A36	A54	A60	A45	A31	
18	A59	A66	A49	A33	A36	A50	A37	A60	A36	A69	A31	A84	A55	A65	A83	A76	A57	A35	A23	
17	A67	A79	A85	A52	A29	A62	A48	A47	A35	A54	A68	A31	A86	A59	A50	A69	A43	A53	A70	
16	A5	A46	A44	A50	A17	A31	A71	A22	A75	A31	A85	A68	A31	A62	A23	A46	A80	A73	A79	
15	A74	A75	A71	A68	A55	A19	A32	A67	A45	A79	A78	A80	A68	A31	A19	A74	A67	A60	A40	
14	A59	A33	A62	A51	A66	A80	A74	A34	A46	A59	A74	A44	A53	A67	A31	A30	A70	A44	A78	
13	A32	A45	A3	A83	A22	A76	A54	A78	A51	A76	A68	A47	A50	A66	A67	A31	A85	A87	A51	
12	A22	A66	A41	A72	A30	A29	A65	A31	A37	A43	A60	A83	A19	A37	A48	A67	A31	A65	A40	
11	A1	A29	A71	A9	A40	A48	A34	A60	A59	A1	A44	A67	A52	A72	A65	A45	A65	A31	A63	
10	A60	A68	A48	A33	A56	A69	A36	A44	A32	A53	A36	A40	A69	A70	A5	A73	A74	A65	A31	
9	A73	A49	A23	A67	A37	A59	A68	A74	A75	A66	A54	A5	A41	A49	A54	A29	A85	A69	A65	
8	A31	A3	A84	A44	A62	A43	A45	A55	A86	A52	A61	A65	A35	A48	A3	A61	A1	A22	A80	
7	A62	A31	A3	A84	A44	A62	A43	A45	A55	A86	A52	A61	A65	A35	A48	A3	A61	A1	A22	A80
6	A62	A31	A3	A84	A44	A62	A43	A45	A55	A86	A52	A61	A65	A35	A48	A3	A61	A1	A22	A80
5	A31	A56	A53	A22	A30	A52	A60	A34	A63	A71	A46	A60	A85	A50	A52	A32	A45	A59	A84	
4	A62	A31	A56	A53	A22	A30	A52	A60	A34	A63	A71	A46	A60	A85	A50	A52	A32	A45	A59	A84
3	A32	A5	A70	A31	A76	A78	A46	A23	A49	A30	A22	A31	A51	A9	A76	A53	A62	A73	A47	
2	A62	A32	A9	A54	A19	A50	A75	A2	A73	A9	A59	A33	A43	A41	A75	A79	A33	A78	A35	
1	A36	A62	A32	A85	A40	A48	A35	A41	A86	A44	A40	A32	A69	A72	A47	A37	A74	A66	A51	
	A31	A40	A55	A31	A40	A55	A31	A40	A55	A31	A40	A55	A31	A40	A55	A31	A40	A55	A31	A40
9	A36	A47	A74	A32	A55	A1	A69	A87	A19	A50	A56	A83	A48	A54	A56	A83	A72	A5	A46	
8	A55	A37	A29	A79	A81	A51	A36	A65	A67	A37	A82	A1	A78	A45	A30	A71	A55	A23	A19	
7	A67	A55	A37	A83	A61	A87	A68	A34	A66	A70	A53	A33	A36	A79	A80	A86	A63	A34	A87	
6	A59	A70	A53	A43	A63	A33	A72	A38	A71	A80	A3	A29	A2	A62	A84	A76	A60	A68	A65	
5	A33	A43	A44	A53	A43	A43	A44	A44	A45	A46	A46	A47	A47	A48	A48	A50	A50	A51	A51	
4	A51	A52	A52	A52	A53	A51	A52	A52	A52	A53	A51	A52	A52	A52	A53	A51	A52	A52	A52	A53
3	A5	A92	A12	A58	A17	A89	A12	A56	A66	A91	A58	A14	A60	A74	A56	A93	A88	A91	A15	
2	A92	A5	A92	A12	A58	A17	A89	A12	A56	A66	A91	A58	A14	A60	A74	A56	A93	A88	A91	A15
1	A5	A13	A91	A14	A21	A16	A14	A83	A93	A88	A21	A89	A17	A88	A92	A16	A12	A92	A56	
	A92	A5	A13	A91	A14	A21	A16	A14	A83	A93	A88	A21	A89	A17	A88	A92	A16	A12	A92	A56

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	row	
Planted in Dec.2016																				
Planted in Apr.2015																				

Site layout and planting
 •2015year 26 plot × 4 trees × 6 blocks = 624 trees (26 families)
 •2016year (60 plot × 4 trees × 6 blocks) + (63 plot × 4 trees × 2 blocks)=1,944 trees (61 families)
 •Guard rows 528 trees Total 3,096 trees