

ルワンダ国

農業輸出振興機構

ルワンダ国  
菌根菌を活用したマカダミアナッツ  
の有機農業技術の普及・実証事業  
業務完了報告書

2022年7月

独立行政法人

国際協力機構（JICA）

株式会社オーガニック・ソリューションズ・ジャパン

民連
JR
22-048

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

- ・本報告書の内容は、JICA が受託企業に作成を委託し、作成時点で入手した情報に基づくものであり、その後の社会情勢の変化、法律改正等によって本報告書の内容が変わる場合があります。また、掲載した情報・コメントは受託企業の判断によるものが含まれ、一般的な情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。本報告書を通じて提供される情報に基づいて何らかの行為をされる場合には、必ずご自身の責任で行ってください。
- ・利用者が本報告書を利用したことから生じる損害に関し、JICA 及び受託企業は、いかなる責任も負いかねます。

<Notes and Disclaimers>

- ・ This report is produced by the trust corporation based on the contract with JICA. The contents of this report are based on the information at the time of preparing the report which may differ from current information due to the changes in the situation, changes in laws, etc. In addition, the information and comments posted include subjective judgment of the trust corporation. Please be noted that any actions taken by the users based on the contents of this report shall be done at user's own risk.
- ・ Neither JICA nor the trust corporation shall be responsible for any loss or damages incurred by use of such information provided in this report.

## 目次

巻頭写真.....	v
地図.....	vii
図表リスト.....	viii
略語表.....	xi
案件概要.....	xii
要約.....	xiii
第1 当該国でのビジネス化（事業展開）計画.....	1
1. 提案製品・技術の概要.....	1
2. 海外進出の動機.....	2
(1) 提案法人の海外展開を図るに至った背景.....	2
(2) 対象国を選んだ理由.....	2
3. ビジネス化（事業展開）計画.....	3
(1) ビジネスモデル概要.....	3
(2) ターゲットとする市場.....	4
(3) 製品サービス・技術.....	4
(4) 当該国における具体的なビジネス展開の方法.....	5
(5) 当該国でのビジネスにおける収支・財務計画.....	5
4. ビジネス実施上の留意事項.....	5
(1) ガバナンスにおける留意事項.....	5
(2) 商習慣・商慣習、文化、宗教における留意事項.....	5
(3) ビジネス展開に必要なネットワーク.....	6
(4) 撤退条件.....	6
第2 ビジネス展開による対象国・地域への貢献.....	7
1. ビジネスを通じて解決する対象国の課題とその貢献.....	7
(1) 対象国の課題.....	7
(2) 中・長期的に達成する課題への貢献.....	7
2. 持続的な開発目標（SDGs）17の目標.....	7
3. 国別開発協力方針（政府開発援助方針との合致）.....	8
4. ビジネス展開により見込まれる地元経済・地域活性化への貢献.....	8
第3 普及・実証・ビジネス化事業実績.....	9
1. 本事業の目的.....	9
2. 本事業の成果.....	9
3. 本事業の実施体制.....	10

4. 活動内容実績.....	10
(1) 活動内容 .....	10
(2) 活動結果の実績 .....	11
(3) 導入済機材（別添：貸与物品リスト） .....	74
5. 事業実施国政府機関（カウンターパート機関）の情報.....	74
(1) カウンターパート機関名 .....	74
(2) 基本情報 .....	74
(3) カウンターパート機関の役割・負担事項（実績） .....	75
(4) 事業後の機材の維持管理体制 .....	75
6. ビジネス展開の見込みと根拠.....	75
(1) ビジネス化可否の判断 .....	75
(2) ビジネス化可否の判断根拠 .....	75
7. その他.....	75
(1) 環境社会配慮 .....	75
(2) ジェンダー配慮 .....	76
(3) 貧困削減 .....	76
8. 本事業から得られた教訓と提言.....	77
(1) 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓 .....	77
(2) JICAや政府関係機関に向けた提言 .....	77
参考文献.....	78
英文案件概要.....	79
英文要約	
別添資料	

巻頭写真



2016年10月 東部圃場 整地作業



2020年7月 東部圃場 定植後



2017年2月 西部圃場 剪定方法指導



2017年7月 東部圃場 パートナー植物定植



2017年10月 西部圃場 有機肥料の開発



2017年10月 東部圃場 害虫防除方法指導





2018年2月 西部圃場 有機農業技術指導



2018年9月 東部圃場 有機農業技術指導



2018年2月 菌根菌観察方法指導



2018年9月 西部圃場 整木技術指導

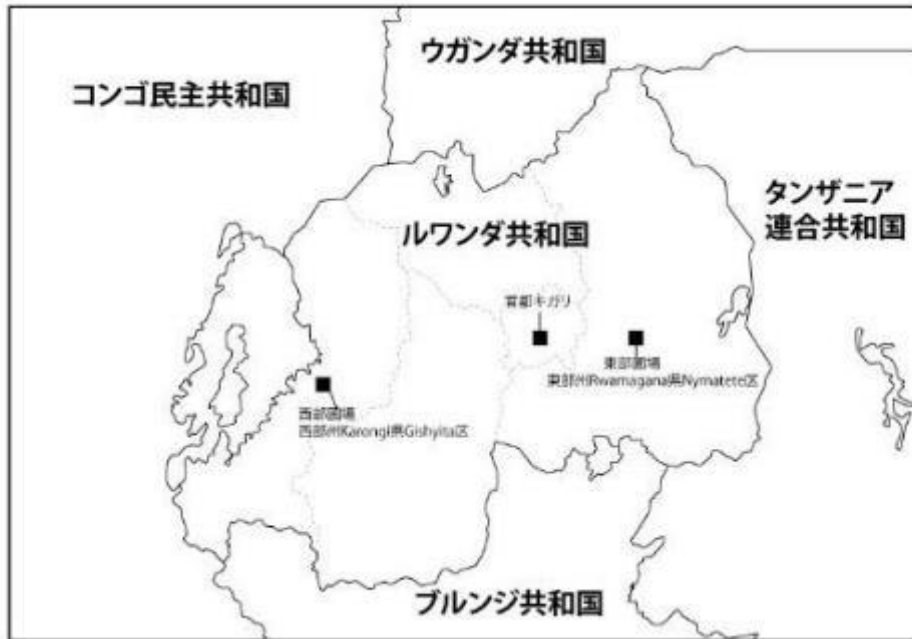


2019年9月 害虫発生状況



2019年9月 成木園 害虫調査

地図



出典：白地図専門店

図表リスト

図 1	事業実施体制	10
図 2	農園運営体制	17
図 3	土壌分析グラフ pH(土壌酸度)西部圃場	20
図 4	土壌分析グラフ pH(土壌酸度)東部圃場	21
図 5	土壌分析グラフ EC(電気伝導率)西部圃場	21
図 6	土壌分析グラフ EC(電気伝導率)東部圃場	22
図 7	土壌分析グラフ可給態リン酸濃度西部圃場	22
図 8	土壌分析グラフ可給態リン酸濃度東部圃場	23
図 9	土壌分析グラフ	24
図 10	葉内要素分析グラフ	28
図 11	根の菌根感染状態	33
図 12	成木：根の菌根感染状態	33
図 13	樹木解体調査	38
図 14	高速液体クロマトグラフによるオイルの分析結果	52
図 15	マカダミアナッツの栽培が地理的に望まれる 21 郡(緑色)	72
図 16	有機ナッツ用加工過程案	73
図 17	カウンターパート機関組織図	74
図 18	西部圃場試験区画図	15
図 19	東部圃場試験区画図	16
図 20	農園作業に従事する者の有機農業技術及び農園管理技術知識レベル測定表	38
表 1	圃場の土壌 EC 及び pH (2016 年 11 月)	12
表 2	試験区画設定	12
表 3	試験区画の面積と本数	16
表 4	試験区内本数に占める 2m 以上の樹木の本数割合(2022 年 4 月)	17
表 5	平均気温	17
表 6	南アフリカのマカダミアナッツ農園のデータとの葉内要素比較	31
表 7	菌根感染率の変化(2017 年～2022 年調査)	32
表 8	成木園菌根感染率の変化(2017 年～2022 年調査)	33
表 9	圃場 AMF 胞子数調査結果(個/10g 土壌)	34
表 10	EC 値と AMF 胞子数(2018 年 9 月測定)	35
表 11	圃場土壌の酸性度	36
表 12	圃場土壌の電気伝導率	36
表 13	圃場土壌の硬度指数と硬度支持力	37

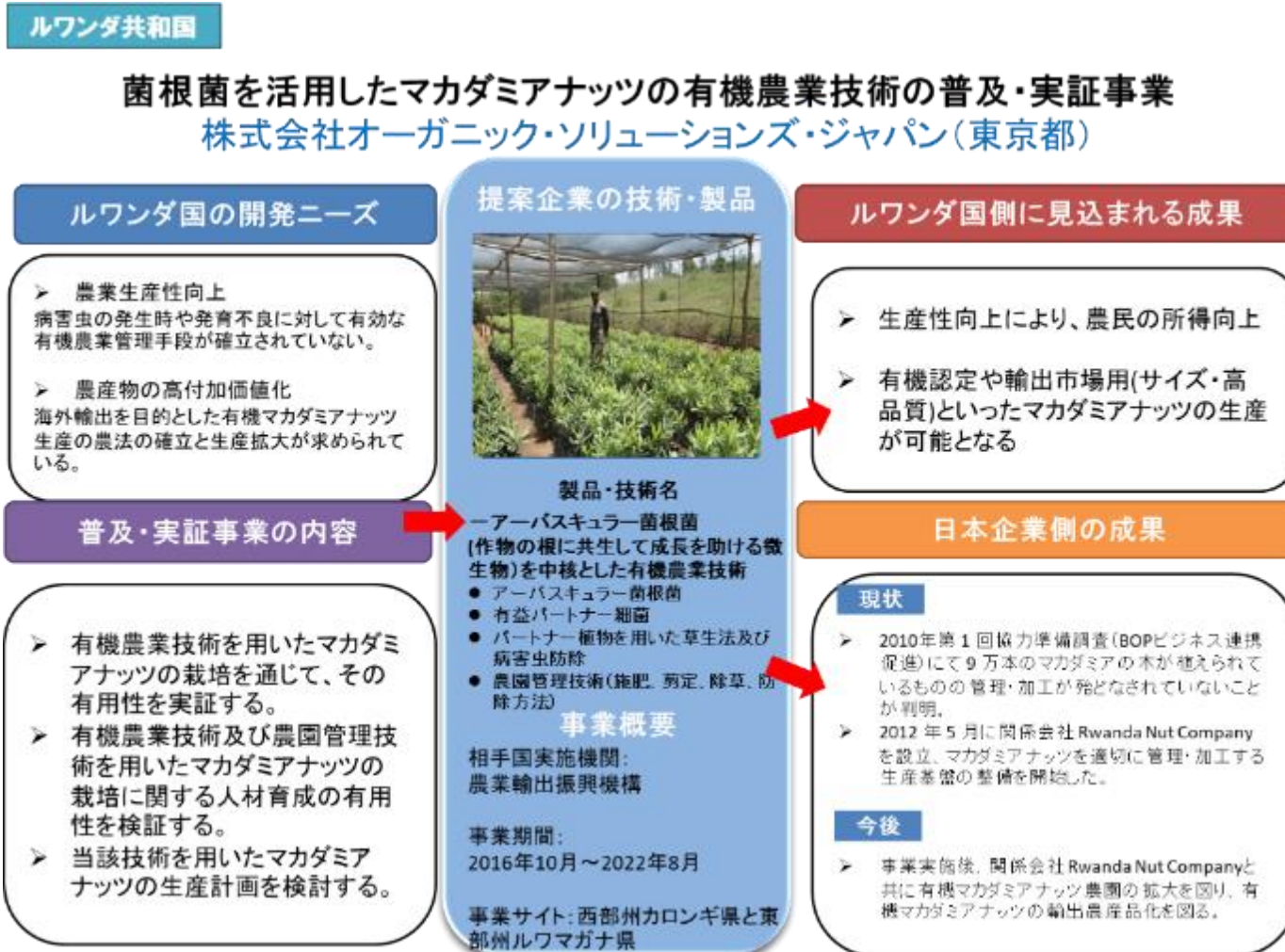


表 14	土壌硬度と根の伸び	37
表 15	圃場土壌の土壌水分率(%)	38
表 16	樹体生長、1 樹当たりの葉面積及び年間 CO <sub>2</sub> 固定量	39
表 17	根の太さ別の根重	39
表 18	深さ別 pH、EC、AMF 胞子数及び菌根感染率	40
表 19	完熟果実収量調査	41
表 20	収穫開始時期	42
表 21	果実の糖含量調査	42
表 22	果実オイルの収量調査	43
表 23	果実オイルの品質分析	45
表 24	害虫発生状況(2017 年～2021 年における 12 月調査)	46
表 25	害虫防除試験結果	47
表 26	成木園試験区設定	48
表 27	成木：試験区毎の果実平均収量調査	49
表 28	成木：試験区毎の月別成熟果実平均個数グラフ	50
表 29	成木：果実収量調査結果(総個数と総重量)	50
表 30	成木：果実の糖含量調査	51
表 31	成木：果実オイルの収量調査	51
表 32	成木：果実オイルの品質分析	52
表 33	<i>Phytophthora</i> 菌試験区毎の対処方法	57
表 34	不足養分対応表	59
表 35	本事業開始時に想定された主なリスクとその発生状況と今後のビジネス展開 に向けての対応方針	65
表 36	テストマーケティング結果	68
表 37	作業工程表(2016～2017 年)	1
表 38	作業工程表(2018 年)	3
表 39	作業工程表(2019 年)	5
表 40	作業工程表(2020 年)	7
表 41	作業工程表(2021 年)	9
表 42	作業工程表(2022 年)	11
表 43	樹高計測記録	17
表 44	西部・東部圃場の葉内クロロフィル含量	19
表 45	西部・東部圃場の新梢長	19
表 46	土壌分析結果詳細	20
表 47	葉分析結果詳細	21
表 48	西部圃場害虫発生状況	22

表 49	東部圃場害虫発生状況.....	29
表 50	成木：接種樹と無接種樹との果実収量調査.....	33
表 51	各種試験結果一覧.....	39

略語表

略語	正式名称	日本語名称
AMF	Arbuscular Mycorrhizal Fungi	アーバスキュラー菌根菌
COVID-19	Coronavirus disease 2019	新型コロナウイルス感染症
C/P	Counterpart	カウンターパート
EC	Electrical conductivity	電気伝導率
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人 国際協力機構
MINAGRI	Ministry of Agriculture and Animal Resources	農業動物資源省
NAEB	National Agricultural Export Development Board	農業輸出振興機構
NIS	Nut-in-shell	脱殻前の原料ナッツ
RAB	Rwanda Agriculture Board	ルワンダ農業局
RNUT	Rwanda Nut Company Ltd.	ルワンダナッツ・カンパニー



## 要約

### I. 事業要約

1. 案件名	(和文) ルワンダ国 菌根菌を活用したマカダミアナッツの有機農業技術の普及・実証事業(中小企業支援型) (英文) Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Organic farming technologies with Mycorrhizal fungi for Macadamia Nuts
2. 対象国・地域	ルワンダ国ルワンダ西部州カロンギ県及び東部州ルワマガナ県
3. 本事業の要約	ルワンダにおける輸出可能な品質の有機マカダミアナッツの生産に資するため、圃場においてオーガニック・ソリューションズ・ジャパンが有するアーバスキュラー菌根菌(以下、「AMF」)を中核とした有機農業技術の有用性・優位性を実証し、同技術の現地最適化を目指す。同時にルワンダ内における高付加価値マカダミアナッツの栽培振興に寄与することを目的として農業輸出振興機構と共に同技術の普及方法と課題について整理・検討する。
4. 提案製品・技術の概要	アーバスキュラー菌根菌を中核とした有機農業技術 <ul style="list-style-type: none"> <li>・AMF</li> <li>・有益パートナー細菌</li> <li>・パートナー植物を用いた草生法及び病害虫防除</li> <li>・農園管理技術(施肥、剪定、除草、防除方法)</li> </ul>
5. 対象国で目指すビジネスモデル概要	本事業で現地最適化された同技術を用い、関係会社である Rwanda Nut Company Ltd. (以下、「RNUT社」) と共に有機マカダミアナッツ農園の拡大を図る。オーガニック・ソリューションズ・ジャパンはRNUT社へ最高品質の有機マカダミアナッツを販売することで利益を得る他、菌根菌有機農業資材(菌根菌抗原検査キット、消毒済み菌根菌孢子及び菌根菌孢子促進剤)を農家支援団体(国際財団等)及び大農へ販売する。マカダミアナッツは世界的に供給不足で販売しやすいことに加え、有機ナッツの需要は高く、有機認証を受けることの出来る有機マカダミアナッツの増産を目指す。
6. ビジネスモデル展開に向けた課題と対応方針	課題①：有機認証の取得 対応方針：登録認定機関へ申請済み。現在、検査中であり2023～24年に有機認証を取得予定。 課題②：新型コロナウイルス感染症(Coronavirus disease 2019。以下、「COVID-19」)の拡大 対応方針：需要減によりルワンダからのマカダミアナッツの出荷量が減少しているが、今後の経済活動の回復を待つ。
7. ビジネス展開による対象国・地域への貢献	<ul style="list-style-type: none"> <li>・貢献を目指すSDGsのターゲット： 15: 陸の豊かさを守ろう</li> <li>・ルワンダの農家が直面する、①農業生産性向上、②農産物の高付加価値化といった開発課題解決への貢献のため「生産性向上により、農民の所得向上」「有機認定や輸出市場用(サイズ・高品質)といったマカダミアナッツの生産が可能となる」を目指す。</li> </ul>
8. 本事業の概要	

① 目的	<p>ルワンダ国における輸出可能な品質の有機マカダミアナッツの生産に資するため、圃場において受注者が有するAMFを中核とした有機農業技術の有用性・優位性を実証し、同技術の現地最適化を目指す。同時にルワンダ国内における高付加価値マカダミアナッツの栽培振興に寄与することを目的としてルワンダ農業輸出振興機構と共に同技術の普及方法と課題について整理・検討する。</p>
② 成果（実績）	<p>機材設置状況：農業輸出振興機構内、soil laboratory内に設置。 事業実施国政府機関との協議状況：有機マカダミアナッツの栽培振興について合意した。</p> <p>成果1．従来のマカダミアナッツ農家と同様の環境の試験区と比較し、同技術を用いた試験区では果実収穫が早く且つ収量が多いことから、達成出来たと評価出来る。</p> <p>成果2．農園作業員約78名に同技術指導を行った。事業初年度と最終年度に同じ設問を用いて調査を行った結果、平均得点が西部圃場では20点上昇、東部圃場では30点上昇したため、同研修の有用性・優位性を示すことが出来た。</p> <p>成果3．C/P（Counterpart。以下、「C/P」）と協議の上、2025年までに他社も協力の上、100万本のマカダミアナッツ苗を植栽し、輸出額増大を目指すことに合意した。</p>
③ 活動内容	<p>成果1．に係る活動</p> <p>1-1) AMFを中核とした有機農業技術の活用するために、対象となる圃場のデータを収集・土壌分析し、整地を行った上で適切な試験区画を設定する。</p> <p>1-2) ルワンダ国内において菌根菌の採取と保存を行う。</p> <p>1-3) 実証に必要なパートナー細菌及びパートナー植物を調達する。</p> <p>1-4) 整備した圃場のそれぞれの試験区に同じ条件下で育った2年生苗木を植え、与える肥料や摂取する微生物の条件を変えて育成する。</p> <p>1-5) 定期的なモニタリングを通して各試験区の苗木の育成状況の差異を分析・確認し、現地の土壌に最適な微生物接種、有機肥料及びパートナー植物を選定する。</p> <p>1-6) 成木に対してAMFとパートナー細菌を接種し、果実の収量や品質の変化をモニタリングし、未接種の成木との差異を分析・比較する。</p> <p>1-7) 1-5及び1-6における分析結果を基に、関係会社RNUT社とともに現地農園に最適な有機肥料と有益微生物資材の開発・生産を行う。（原材料は現地調達を基本とする）</p> <p>成果2．に係る活動</p> <p>2-1) 圃場運営管理のために農民を雇用し、RNUT社と協働して従事する者に対して有機農業技術及び農園管理技術の研修を行い、その有用性・優位性を確認する。</p> <p>2-2) ルワンダ農業輸出振興機構に所属する農業普及員を対象にAMFの働きと有機農業の重要性についてセミナーを開催し、AMFと</p>

	<p>マカダミアナッツの有機栽培に関する知識を深める。</p> <p>2-3) 半年に一度ルワンダ農業輸出振興機構に対し2-1、2-2についての進捗状況を共有し、次期以降の同国内における同技術の活用方法につき協議し、必要な対応を確認する。</p> <p>2-4) 将来的に東アフリカで有機農業に取り組む人材育成及び新たな有機農業事業創出の中核拠点となる展示圃場「センター・オブ・エクセレンス」を事業終了後に展開すべく、企画及びルワンダ農業輸出振興機構との調整を行う。</p> <p>成果3. に係る活動</p> <p>3-1) マカダミアナッツの国際的な市場規模や需要予測等について文献調査を中心に、最新の状況を確認・分析する。</p> <p>3-2) ルワンダ国の政治経済・社会状況に係るカントリーリスク、為替などの金融リスク、税制や法務等のビジネスリスク、マカダミアナッツの栽培を普及展開していく上でのリスク（自然災害、水の安定供給、糖蜜等微生物資材原料の価格高騰）について調査・分析する。</p> <p>3-3) 収穫したマカダミアナッツを用いてテストマーケティングを行い、市場に流通させるための条件等について調査・分析する。</p> <p>3-4) ルワンダ国においてマカダミアナッツが有機認証された場合にはどの程度付加価値がつくのかを調査・分析する。</p> <p>3-5) 上記3-1から3-4の調査結果を踏まえ、ルワンダ国で有機マカダミアナッツの生産を普及展開していく上での課題を整理する。</p> <p>3-6) ルワンダ農業輸出振興機構と共にルワンダ国における同技術を用いたマカダミアナッツの生産計画について検討する。</p> <p>3-7) RNUT社の既存生産設備・販売ネットワークを活かし、収穫したマカダミアナッツの加工・流通・試験販売を行い、輸出向けバリューチェーンの構築を目指す。</p>
④ 相手国政府機関	相手国政府機関：農業輸出振興機構(National Agricultural Export Development Board)
⑤ 本事業実施体制	提案企業：株式会社オーガニック・ソリューションズ・ジャパン 外部人材：石井孝昭(個人)、米田基人(個人)、太田恵子(個人)、有村真由美(個人)
⑥ 履行期間	2016年 10月～ 2022年 8月 ( 5年 11ヶ月)
⑦ 契約金額	100,962千円(税込)

## II. 提案法人の概要

1. 提案法人名	株式会社オーガニック・ソリューションズ・ジャパン
2. 代表法人の業種	[④サービス業④サービス業④サービス業]
3. 代表法人の代表者名	小森 英哉
4. 代表法人の本店所在地	東京都千代田四番町9-10パークコート号四番町1003



5. 代表法人の設立年月日（西暦）	2009年12月28日
6. 代表法人の資本金	1,650万円
7. 代表法人の従業員数	1名
8. 代表法人の直近の年商（売上高）	2,462万円（2020年9月～2021年8月期）

## 第1 当該国でのビジネス化（事業展開）計画

### 1. 提案製品・技術の概要

名称	アーバスキュラー菌根菌を中核とした有機農業技術
仕様	<ul style="list-style-type: none"> <li>・AMF</li> <li>・有益パートナー細菌</li> <li>・パートナー植物を用いた草生法及び病害虫防除</li> <li>・農園管理技術(施肥、剪定、除草、防除方法)</li> </ul>
特徴	<p>AMFは作物の根に共生してその生長を助ける微生物で、土壤中に菌糸を伸ばしてリン酸などのミネラルや水分を効率よく吸収する働きをすることや、病害虫抵抗性及び環境ストレス耐性を植物に付与させることが明らかになっており、日本国内でも政令指定土壌改良資材としてAMF資材は広く使用されており、みかん、稲などの作物で一定の実証がなされている。</p> <p>今回提案する農業用微生物資材としては、AMFに加えて有益パートナー細菌を併用する。オーガニック・ソリューションズ・ジャパンはチーフアドバイザー石井孝昭氏(愛媛大学及び京都府立大学にて園芸学を長年研究した、菌根菌研究分野の第一人者)の協力を得て、2013年にルワンダにてマカダミアナッツ苗木を対象にAMFと有益パートナー細菌の有用性を調べる2つの実験を実施。AMFと有益パートナー細菌の利用はマカダミアナッツの苗木生産において有効であるという結果が得られた。</p> <p>草生法に用いるパートナー植物にはAMFや有益パートナー細菌といった微生物の増殖を助けるバヒアグラスやナギナタガヤを利用する。また、ルワンダにおける農園の多くがカメムシ等の害虫被害を被っていることから、害虫対策としてニームの樹木をマカダミアナッツの樹木間で植栽することを提案する。加えて、種子から抽出されるニームオイルは、散布や塗布により、草食・吸汁昆虫をはじめ、ハダニ類、ナメクジ等に作用するが、人や動物等の哺乳類に対しては無害なので、農作物に繰り返し忌避剤として使用しても自然環境のサイクルに影響を与えることはない。ニームに加えてローズマリーもパートナー植物として活用することを検討する。また、RNUT社の自社農園で培ってきたマカダミアナッツ農園管理方法、具体的には適切な施肥、剪定、除草、防除方法を農民に指導・普及する。</p>
競合他社製品と比べた比較優位性	<p>ルワンダ現地種のAMFを用いた有機農業資材は販売されておらず、競合他社は存在しない。</p> <p>チーフアドバイザーである一般財団法人 日本菌根菌財団理事長石井孝昭氏(元愛媛大学教授及び元京都府立大学教授)とオーガニック・ソリューションズ・ジャパンが共同出願人として、2016年10月15日「菌根菌の培養方法、その活用方法及び菌根菌生長調整用物質」(特許出願番号 3 特願 2012-217587)で特許取得。それまで不可能と言われていたAMFの純粋培養を可能にした。将来、AMFを中核とした有機農業資材を量産するとき大変有効な手段となりうる。</p>
国内外の販売実績	

国内	該当なし
海外	該当なし

## 2. 海外進出の動機

### (1) 提案法人の海外展開を図るに至った背景

2010年8月6日公示 第1回協力準備調査（BOPビジネス連携促進）において、当社提案ルワンダ共和国における「農業と公衆衛生を対象とした微生物資材ビジネスにおける事業準備調査」を進めていく過程の中で、ルワンダに9万本のマカダミアナッツの樹が植えられているものの管理が行き届いておらず、加工も殆どなされていないことが判明した。

マカダミアナッツを主要輸出農産物にするポテンシャルが存在すると考え、2012年5月に関係会社としてRNUT社を設立、マカダミアナッツを適切に管理・加工する生産基盤の整備を開始した。具体的な事業内容は、マカダミアナッツの育苗場の運営/植栽/産地開発/商品企画/加工工場の運営/流通/マーケティング/販売/輸出業務である。

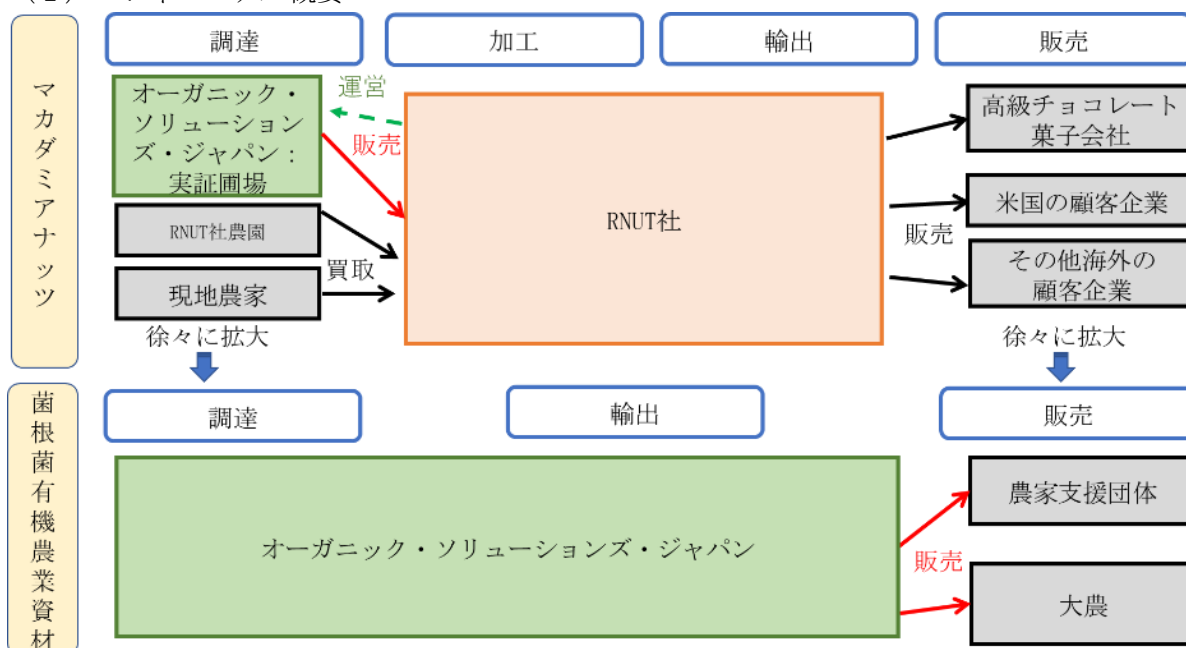
しかし、工場を稼働させてみると農民から持ち込まれるマカダミアナッツの品質は不安定で、樹木数に対する収穫量は少なく、多くの農民から農法に関する改善策が切望された。そこで当社の得意とする微生物分野で、農民でも実践出来る安心・安全な有機農業技術の開発を決定、2013年にルワンダにて本事業チーフアドバイザーである石井孝昭氏協力の下、マカダミアナッツの樹を対象とし、AMFと有益パートナー細菌の有用性を調べる2つの実験①健全苗と衰弱苗の菌根感染率の実験、②同じ条件下で育った7つの苗にそれぞれ未接種、単独接種、併用接種を行い生長の差を測定する実験を実施した。結果、①健全苗は菌根感染率が高く、一定の割合以上の根に菌根が形成されることで、マカダミアナッツ苗木の養水分吸収が促進されると考えられた。②樹体生長、新梢数の数、平均新梢長の評価はAMF単独接種より、AMFとパートナー細菌の併用接種の方が数値は高かった。また菌根感染率も単独接種より併用接種の方が感染率は高かった。一方、未接種区ではどちらの数値も低い結果となった。これら実験の結果、AMF接種はマカダミアナッツの生長に有効であり、且つAMFとパートナー細菌接種を併用接種することが、より有益であることが判明した。AMFとパートナー細菌を現地苗木に併用接種したところ、時間が経過するにつれて、未接種苗木との差が大きくなり、その効果が確認された。同実験結果を元にパートナー細菌の増殖を助けるパートナー植物と、農民より相談の多い害虫被害対策を追加し、有機農業技術としての現地適合性を高め、同有機農業技術を実証の上、広く普及させマカダミアナッツを主要輸出農産物にしたいと考えた。

### (2) 対象国を選んだ理由

前述、第1回協力準備調査（BOPビジネス連携促進）にてマカダミアナッツを主要輸出農産物にするポテンシャルが存在するという結果を得たため。また、C/Pを管轄する農業動物資源省（Ministry of Agriculture and Animal Resources。以下、「MINAGRI」）を中心に「Made in Rwanda政策」と呼ばれる重点経済政策が実施されており、農業分野の企業に対する免税や、園芸作物輸出プロジェクトを強力に誘致、優遇していることが理由として挙げられる。

### 3. ビジネス化（事業展開）計画

#### (1) ビジネスモデル概要



出所：提案法人作成

本事業内で実証された技術をルワンダにおける有機マカダミアナッツ農園並びに有機果樹栽培のための有機農業基幹技術として拡大を図る。

現在圃場に定植されている両圃場合わせて5,573本の樹木(化学肥料と化学合成農薬適用試験区Eを除く)から、平均的に1本あたり0.5kgのマカダミアナッツが収穫可能とすると、2023年に約2.7tのマカダミアナッツが収穫される予定である。実証の結果、試験区A-2区の設定が、現地最適化されたルワンダにおけるマカダミアナッツ栽培に最適な有機農業技術であると考えられる。これら同有機農業技術及び農園管理方法をC/Pと協働ルワンダ農民へ知らせ、輸出に耐えうる高品質の有機マカダミアナッツ供給元の拡大に寄与する。オーガニック・ソリューションズ・ジャパンは実証事業終了後も実証圃場運営管理をRNUT社に委託し、最高品質の有機マカダミアナッツを生産しRNUT社の助力を得て有機認証製品として輸出出来る体制を整える。生産したマカダミアナッツはRNUT社に販売し、主に米国向けに輸出、また一部を日本国内に輸入・販売する。COVID-19を除く平時において、マカダミアナッツは世界的に供給不足であることに加え、有機ナッツは非認証のナッツに比較して約4割のプレミアム付きで小売販売されている。ハイエンドの消費者による有機食品の需要が高い日本においても関係会社によるルワンダ産有機マカダミアナッツの安定的な生産・販売はオーガニック・ソリューションズ・ジャパンによる同有機農業技術の社会実装の強みとなる。他社と比べ優位性が更に高くなるため、有機JAS認定を受けることの出来る有機マカダミアナッツの生産実現が不可欠と考えている。

関係会社であるRNUT社は、必要な技術と事業資金を投資して2012年に設立された。本日までルワンダにおけるマカダミアナッツの生産・加工・輸出化に邁進してきた。RNUT社が設立されるまで、農民はマカダミアナッツを生産しても販売先が無く、バリューチェーン

は途切れていたが、RNUT社が設立されたことでマカダミアナッツの販売ルートが確保され、農民の所得向上機会は増加した。ルワンダから他国へのマカダミアナッツを含むナッツの輸出額も2012年度1,000米ドル(約127,000円)<sup>1</sup>から2019年度1,963,000米ドル(約250,000,000円)<sup>1</sup>と1,963倍に増加した。RNUT社は高品質、特に有機認証のマカダミアナッツにインセンティブをつけて買い取る価格体系を用意する。価格体系については、栽培農家の状態、国際相場の価格、及びRNUT社の産地育成方針などに伴って、必要に応じて更新する。こうして農家は安全な農法で高品質なマカダミアナッツの生産量を増やすことで所得を上げ、RNUT社の原料は質量ともに向上し、加工量増加により現地の雇用が拡大し、ルワンダ内外に安心・安全なマカダミアナッツ商品を提供することが出来、バリューチェーンの質が向上する。

日本国内においてはサンフランシスコに本社を置く高級チョコレート菓子会社と提携し、RNUT社を通じて当該菓子会社の日本支社にマカダミアナッツを納入する。生産工程からトレース可能で同優位技術を用いた安心・安全なRNUT社のマカダミアナッツは原材料とそのストーリーにこだわる同社のニーズに一致しており、高級菓子原材料として高い評価を受けている。RNUT社が今回使用した実証圃場で有機認証を取得し次第、国内での試験販売を開始する予定である。

ルワンダは2007年7月より、東アフリカ共同体(East African Community : EAC)に加盟している。オーガニック・ソリューションズ・ジャパンでは、今後の東アフリカの経済的な地域統合を見込んで、本事業で得た知見を足掛かりにして、他の加盟国であるウガンダ及びタンザニア等にもオーガニック・ソリューションズ・ジャパンの有機農業技術を拡大していきたいと考えている。

## (2) ターゲットとする市場

### ① 市場概要

企業機密情報につき非公表

### ② ターゲットとする市場の分析

企業機密情報につき非公表

### ③ 目指すマーケットポジション

企業機密情報につき非公表

## (3) 製品サービス・技術

### ① 提案製品・サービスの現地適合性

企業機密情報につき非公表

### ② 提案製品・サービスの有効性

企業機密情報につき非公表

### ③ 競合状況と提案製品・サービスの優位性

---

<sup>1</sup> 出所 International trade center (2021)

## 企業機密情報につき非公表

### (4) 当該国における具体的なビジネス展開の方法

#### ① ビジネス化へ向けたスケジュール

企業機密情報につき非公表

#### ② 組織（会社設立（独資・合弁）、技術連携）

企業機密情報につき非公表

#### ③ 販売計画

企業機密情報につき非公表

#### ④ コスト計画

企業機密情報につき非公表

### (5) 当該国でのビジネスにおける収支・財務計画

#### ① 収支計画（売上・経費の見通し）

企業機密情報につき非公表

#### ② 資金調達計画（初期投資額と資金調達先候補）

企業機密情報につき非公表

## 4. ビジネス実施上の留意事項

### (1) ガバナンスにおける留意事項

ガバナンスリスク (許認可等)	情報入手元	対応策・対応内容詳細	対応（予定）時期
水源利用許可	LAW N° 48/2018 of 13/08/2018	ルワンダ自然資源局から 20ha以下の圃場について利用許可は不要という回答入手済み。	対応済。
環境アセスメント	LAW N° 04/2005	ルワンダ環境管理局から 50ha以上の農業用地については必要と回答入手済み。	対応済。

### (2) 商習慣・商慣習、文化、宗教における留意事項

ビジネスを展開するにあたっては、商習慣・商慣習において様々なリスクが想定出来る。リスクをコントロールするため、契約を締結する段階で、現地政府など関係者と公正な交渉を行い、契約内容も十分に精査し法的根拠となる文書を残す必要がある。また、テロや不測の事態に対しては、不可抗力条項やリスクが生じたときの責任の配分を必要に応じて契約内容に明示しておきたい。

ジェノサイドという特殊な歴史を経たルワンダでは社会的弱者のグループとして未亡人、孤児、両親を失い児童のみで構成される世帯、HIV エイズ感染者とその家族、身体・精神障害者、年配者などが存在する。当社はマカダミアナッツ生産を通じ、背景に関わらず農民の生産活動を支援し、また雇用の際にはこれら背景を差別しない。

### (3) ビジネス展開に必要なネットワーク

マカダミアナッツの輸出産品としての歴史はコーヒーや紅茶と比較すると浅く、ルワンダ国内での栽培研究が進んでいないことに加え、栽培農家も少ない。このため、C/Pが情報を掌握しており、マカダミアナッツ栽培に関する政策や方針、輸出条件の変更は常にC/Pより発表される。このため、C/Pと良好な関係を保ち、連絡を密に取ることが重要と考えられる。本事業を通じてC/Pとの関係は更に強固なものとなり、今後のビジネス展開においても本事業で得たネットワークを有効利用したい。

### (4) 撤退条件

企業機密情報につき非公表



## 第2 ビジネス展開による対象国・地域への貢献

### 1. ビジネスを通じて解決する対象国の課題とその貢献

#### (1) 対象国の課題

ルワンダでは、全人口1,295万人<sup>2</sup>のうち約7割<sup>3</sup>が農村部に居住し、また約8割が農業に従事している。同国の農業セクターはGDPの約26%<sup>4</sup>を占める基幹産業であり、貧困削減及び経済成長のための最も重要な産業とされている。しかしながら、農業・林業・漁業労働者一人当たりの付加価値額は、日本が\$17,763<sup>5</sup>、世界平均\$4,035<sup>5</sup>であるのに対し、ルワンダは\$633<sup>5</sup>と低迷しており、農業・林業・漁業従事者の生産性及び所得の低さが課題となっている。それを受けて、ルワンダ国家開発計画は2050年までに達成する国家目標を示した「VISION2050」とその目標達成に向けて7年毎に策定される中期計画「7 Years Government Programme: National Strategy for Transformation (NST1, 2017-2024)」を設定し、「農業と畜産分野の近代化と生産性効率向上」の達成を7つの柱の一つに掲げ、「高付加価値作物の生産拡大」達成を目指し、マカダミアナッツなどの園芸作物の生産に注力することとした。現在では7%前後の高い経済成長率を維持するなど、東アフリカ諸国の中でも投資先として注目を浴びている一方で依然として内戦の爪痕が残り、国民の約45%が絶対的貧困ラインの下での生活を余儀なくされるなど、貧困削減が課題となっている。

#### (2) 中・長期的に達成する課題への貢献

##### <3年後>

- ・実証圃場の有機認証を2024年に取得。日本における有機マカダミアナッツ事業の展開を開始。

- ・北米への有機マカダミアナッツ輸出を開始。

##### <5年後>

- ・11tの国内売上を目指す。

- ・事業の黒字化。

##### <10年後>

- ・実証の結果、同技術の活用によって、収穫量は約5倍向上することが見込まれる。またその収穫量増加により、農家の収益も約5倍向上することが見込まれる。

- ・2万人の農民により栽培面積が5,000haまで拡大され、カーネルベースで2,100tの生産を見込む。売上高では約25億円の見込みであり、コーヒーと紅茶に次ぐ輸出農産物となる。

- ・タンザニア等近隣国でも同技術を導入した有機マカダミアナッツ栽培が開始される。

### 2. 持続的な開発目標 (SDGs) 17の目標

#### 15: 陸の豊かさを守ろう

(15.2 2020年までに、あらゆる種類の森林の持続可能な経営の実施を促進し、森林減少を

<sup>2</sup> 世銀ホームページ(2020) <https://donnees.banquemondiale.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=RW>

<sup>3</sup> FAO ホームページ(2022) <https://www.fao.org/rwanda/our-office-in-rwanda/rwanda-at-a-glance/en/>

<sup>4</sup> 世銀ホームページ(2020) <https://data.worldbank.org/indicator/NV.AGR.TOTL.ZS?locations=RW>

<sup>5</sup> 世銀ホームページ(2019) <https://data.worldbank.org/indicator/NV.AGR.EMPL.KD>

阻止し、劣化した森林を回復し、世界全体で新規植林及び再植林を大幅に増加させる。)

### 3. 国別開発協力量針（政府開発援助方針との合致）

ルワンダに対する我が国の国別援助方針の開発課題の重点分野(中目標)として「農業開発(高付加価値化・ビジネス化)」が掲げられており、「農業生産性向上」及び「生産から収穫後処理、流通、販売を包含する農業のビジネス化」について、オーガニック・ソリューションズ・ジャパンの提案するマカダミアナッツ栽培向け有機農業技術を活用して、農業生産性向上(早期の結実、収穫量増加)と持続可能な農村開発が可能になる。

### 4. ビジネス展開により見込まれる地元経済・地域活性化への貢献

ルワンダから輸入した有機マカダミアナッツを高級チョコレート菓子会社へ納入する商談がある。高級チョコレート菓子会社は原材料の質にこだわり、世界各地を巡り生産者と直接交渉し、厳選した原材料のみを使用するという姿勢を貫いており、世界的にはまだ珍しいルワンダ産マカダミアナッツに着目している。高級チョコレート菓子会社からは有機マカダミアナッツ輸入も切望されており、広く愛される製品となり日本の消費者に届くようになることが予想される。

地域の同業他社や他企業への波及効果として、2019年3月13日独立行政法人 国際協力機構 (Japan International Cooperation Agency。以下、「JICA」) 主催の「アフリカ農業・栄養ビジネスセミナー」に登壇し、ルワンダにおけるオーガニック・ソリューションズ・ジャパンの取り組みを報告し、他企業へアフリカ進出を呼び掛けた。

またオーガニック・ソリューションズ・ジャパンとRNUT社は現地圃場や加工工場において、日系商社や既に現地に展開している日系企業、将来的な農業セクターでのアフリカ進出を目指す日本企業、政府機関、政府関係者、留学生、インターン生等、多数の関係者の見学受け入れや情報交換を積極的に実施してきた。

### 第3 普及・実証・ビジネス化事業実績

#### 1. 本事業の目的

ルワンダにおける輸出可能な品質の有機マカダミアナッツの生産に資するため、圃場においてオーガニック・ソリューションズ・ジャパンが有するAMFを中核とした有機農業技術の有用性・優位性を実証し、同技術の現地最適化を目指す。同時にルワンダ内における高付加価値マカダミアナッツの栽培振興に寄与することを目的としてC/Pとともに同技術の普及方法と課題について整理・検討する。

#### 2. 本事業の成果

成果	成果の確認方法・指標
<b>成果1</b> AMFを中核とした有機農業技術を用いたマカダミアナッツの栽培を通じて、同技術の有用性・優位性が確認される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・有効性：提案技術を用いたマカダミアナッツの有機栽培が可能か確認する。</li> <li>・優位性：提案技術を適用試験区と非適用試験区を設け、生長・収量・害虫被害を比較し、適用試験区の結果が非適用試験区の結果を上回っていることを確認する。</li> </ul>
<b>成果2</b> 有機農業技術及び農園管理技術を用いたマカダミアナッツの栽培に関する研修の有用性・優位性が検証される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・有効性：提案技術を用いた研修を受けた農園作業員によりマカダミアナッツの有機栽培が可能か確認する。</li> <li>・優位性：農園作業員に対して初年度と最終年度に評価を行い、熟練度合いや知識レベルを測定し、2年以上雇用した農民の70%が正確な手法の80%を理解できるか確認する。</li> </ul>
<b>成果3</b> C/Pと受注者により当該技術を用いたマカダミアナッツの生産計画及び事業展開計画案が作成される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生産計画：RNUT社の有機マカダミアナッツ用加工過程案作成を経て、有機マカダミアナッツの加工が可能か確認する。</li> <li>・事業展開計画案：C/Pの栽培拡大計画に則り、苗木数の確保を行い、計画案を作成する。</li> </ul>

### 3. 本事業の実施体制

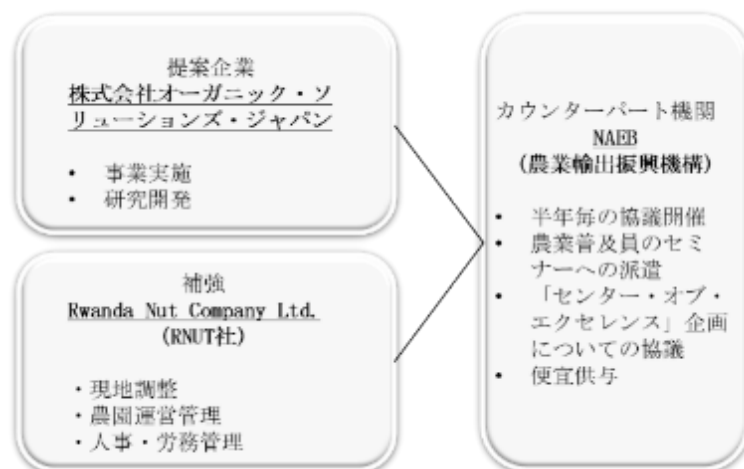


図 1 事業実施体制

C/Pである農業輸出振興機構（National Agricultural Export Development Board。以下、「NAEB」）とは進捗状況を共有し、本事業で用いる同技術の活用方法につき協議し、必要な対応を相互に確認した。

### 4. 活動内容実績

#### (1) 活動内容

##### <成果1に係る活動>

活動1-1：AMFを中核とした有機農業技術の活用するために、対象となる圃場のデータを収集・土壌分析し、整地を行ったうえで適切な試験区画を設定する。

活動1-2：ルワンダ国内において菌根菌の採取と保存を行う。

活動1-3：実証に必要なパートナー細菌及びパートナー植物を調達する。

活動1-4：整備した圃場のそれぞれの試験区に同じ条件下で育った2年生苗木を植え、与える肥料や摂取する微生物の条件を変えて育成する。

活動1-5：定期的なモニタリングを通して各試験区の苗木の育成状況の差異を分析・確認し、現地の土壌に最適な微生物接種、有機肥料及びパートナー植物を選定する。

活動1-6：成木に対してAMFとパートナー細菌を接種し、果実の収量や品質の変化をモニタリングし、未接種の成木との差異を分析・比較する。

活動1-7：1-5及び1-6における分析結果を基に、関係会社RNUT社とともに現地農園に最適な有機肥料と有益微生物資材の開発・生産を行う。（原材料は現地調達を基本とする）

##### <成果2に係る活動>

活動2-1：圃場運営管理のために農民を雇用し、RNUT社と協働して従事する者に対して有機農業技術及び農園管理技術の研修を行い、その有用性・優位性を確認する。

活動2-2：ルワンダ農業輸出振興機構に所属する農業普及員を対象にAMFの働きと有機農業の重要性についてセミナーを開催し、AMFとマカダミアナッツの有機栽培に関する知識を深める。

活動2-3：半年に一度ルワンダ農業輸出振興機構に対し2-1、2-2についての進捗状況

を共有し、次期以降の同国内における同技術の活用方法につき協議し、必要な対応を確認する。

活動2-4：将来的に東アフリカで有機農業に取り組む人材育成及び新たな有機農業事業創出の中核拠点となる展示圃場「センター・オブ・エクセレンス」を事業終了後に展開すべく、企画及びルワンダ農業輸出振興機構との調整を行う。

<成果3に係る活動>

活動3-1：マカダミアナッツの国際的な市場規模や需要予測等について文献調査を中心に、最新の状況を確認・分析する。

活動3-2：ルワンダ国の政治経済・社会状況にかかるカントリーリスク、為替などの金融リスク、税制や法務等のビジネスリスク、マカダミアナッツの栽培を普及展開していく上でのリスク（自然災害、水の安定供給、糖蜜等微生物資材原料の価格高騰）について調査・分析する。

活動3-3：収穫したマカダミアナッツを用いてテストマーケティングを行い、市場に流通させるための条件等について調査・分析する。

活動3-4：ルワンダ国においてマカダミアナッツが有機認証された場合にはどの程度付加価値がつくのかを調査・分析する。

活動3-5：上記3-1から3-4の調査結果を踏まえ、ルワンダ国で有機マカダミアナッツの生産を普及展開していく上での課題を整理する。

活動3-6：ルワンダ農業輸出振興機構と共にルワンダ国における同技術を用いたマカダミアナッツの生産計画について検討する。

活動3-7：RNUT社の既存生産設備・販売ネットワークを活かし、収穫したマカダミアナッツの加工・流通・試験販売を行い、輸出向けバリューチェーンの構築を目指す。

## (2) 活動結果の実績

<成果1に係る活動>

活動1-1：AMFを中核とした有機農業技術の活用するために、対象となる圃場のデータを収集・土壌分析し、整地を行ったうえで適切な試験区画を設定する。

### 活動1-1-1 整地作業

本事業及び事業終了後の継続したマカダミアナッツ栽培のために、RNUT社が民間より長期で借り上げた土地2箇所(西部州カロンギ郡及び東部州ルワマガナ郡の各1か所)につき、放棄地となっていた土地を定植用に整地すべく、作業人足を現地で集め、石、雑木、雑草などを取り除く作業を実施。2017年1月上旬に完了した。

2016年12月西部圃場の整地作業中に、1名分の遺骨を発見したため、オーガニック・ソリューションズ・ジャパンは発見に至るまでの経緯、場所、日時を速やかに区政府に報告した。区政府からは遺骨発見現場の保存が指示され、周囲にロープを張り、作業員の立ち入りを禁止した。区政府からは調査団が派遣され現場と遺骨の確認が実施された。調査団によるとルワンダの歴史上、頻繁に発生する事とのことで、調査団により遺骨は撤去され、調査は完了、整地作業に戻ることが出来た。

西部・東部圃場ともに想定していた以上に枯れ木の木株(主にユーカリの樹木、薪として伐採された後、そのまま残された状態)や巨岩が多くあり、作業工数が多く掛かる

とともに運び出すトラック運搬回数も増え、現地工事費として整地・定植費の見積額より多額の金額が掛かってしまった。

### 活動 1-1-2 圃場土壌データ収集

試験区設定前に土壌の酸性・アルカリ性の数値、電気伝導率を測定した。結果は表 1 のとおり。

表 1 圃場の土壌EC及びpH (2016年11月)

調査地	EC (μS/cm)	pH (H <sub>2</sub> O)
西部圃場	36.7 ± 12.1	6.0 ± 0.4
東部圃場	27.8 ± 6.1 <sup>2)</sup>	5.5 ± 0.1

2) 平均値 ± 標準誤差 (n=3)

出所：提案法人作成

調査地の土壌pHは弱酸性土壌であった。一方、電気伝導率 (electrical conductivity、以下、「EC」) はいずれの調査地でも低かった。特に、養分量を表すECにおいては栽培適正下限の100μS/cmを大きく下回っており、両圃場ともに無機養分が極めて少ないことを示唆した。予定通り2種類の有機肥料 (牛糞を主とした有機肥料と緑肥を主とした有機肥料) を施肥し、改善を図る。化学肥料と化学合成農薬適用試験区Eについては、化学肥料であるNPKの配合を窒素(N)-リン酸(P)-カリ(K)が17-17-17と三要素が同比率で入っている水平型NPKを使用することとした。

### 活動 1-1-3 試験区画設定

西部・東部各圃場に下記表 2 のとおり試験区画を設定した。試験区画図は添付資料の図 18図 19を参照。

表 2 試験区画設定

適用 \ 試験区	A-1	A-2	B-1	B-2	C	D	E
有機肥料	●	●	●	●	●		
菌根菌	●	●	●	●			
パートナー細菌	●	●	●	●			
パートナー植物	●	●					
ニームオイル	●	●	●	●			
植物保護剤	●		●				
化学肥料							●
化学合成農薬							●

出所：提案法人作成

活動 1-2 : ルワンダ国内において菌根菌の採取と保存を行う。

### 活動 1-2-1 菌根菌の採取

第2回現地調査にてルワンダ内の複数箇所(西部・東部圃場、西部ニュングウェ国立自然公園、東部アカゲラ国立自然公園、ブゲセラ)にてAMFの探索を行い、採取した。

AMFの種類は、西部・東部圃場ではユーカリが植えられていたためか、種類が限られた。ユーカリにもAMFが感染するが、「いや地」(連作障害)を引き起こすので、特定のAMFしか共生しないようである。ただ、東部では1種類のAMFのみが増えて、孢子数が多くなるという現象がみられた。

ルワンダ開発局(Rwanda Development Bureau: RDB)より国立自然公園内での土壌採取許可を取得した上で、西部ニュングウェ国立自然公園と東部アカゲラ国立自然公園にて約10g、各15サンプルの土壌サンプル採取を行った。

西部ニュングウェ国立自然公園はルワンダ西部に位置する雨が多い森林地帯で、園内東側の高地2,000-2,500m付近から採土した。東部アカゲラ国立自然公園は乾燥地帯で、栄養が少ない丘の高地から、栄養に富む低地(湖周辺)まで広範囲に渡って採土した。

西部ニュングウェ国立自然公園やRNUT社苗木園のあるブゲセラではAMFの孢子数や孢子の種類が多かった。特に、ニュングウェの土壌はAMFの種類が多く、多様性に富んでいた。また、ブゲセラでは新種の赤い孢子を発見した。

### 活動 1-2-2 菌根菌の保存

前述活動にて採取したAMFの保存処理をRNUT研究室にて行った。実体顕微鏡を用い、孢子の色、大きさ、形状、集合形式を確認し、AMFの選定を実施した。長期保管用AMFは冷蔵管理し、後述1-4-1AMFとパートナー細菌接種作業で使用する培養用AMFについては社外秘となる方法で保存を行った。

## 活動 1-3 : 実証に必要なパートナー細菌及びパートナー植物を調達する。

### 活動 1-3-1 パートナー細菌調達

RNUT社よりパートナー細菌の調達を行った。パートナー細菌はAMFの働きを助ける細菌であり、AMF孢子内や孢子表面に生息している。パートナー細菌として3種類*Bacillus sp.* (内在菌番号KTCIGME01)、*B. thuringiensis*(内在菌番号KTCIGME02)及び*Paenibacillus rhizosphaerae*(内在菌番号KTCIGME03)があるが、本事業では現地にて採取した*Bacillus sp.*を培養し、液体化させたパートナー細菌をRNUT社から原価調達し、使用した。パートナー細菌は大気中の窒素を固定する能力、土壌中の難溶性リンを溶解する能力を有しているだけでなく、フザリウム菌、リゾクトニア菌、紋羽病菌及びビシウム菌等の土壌病原菌の生長を阻害する作用を有している。

### 活動 1-3-2 パートナー植物調達

試験区A-1、A-2用として日本及び現地で以下パートナー植物を調達し、栽培を開始した。

パートナー植物は下記のとおり。

- ・バヒアグラス (学名: *Paspalum notatum* Fluegge)

熱帯アメリカ原産で地表に張り付いて伸びる匍匐茎を伸ばす特徴を持つ。草の根や茎葉



から発せられる揮発物質がフザリウム、リゾクトニア等の土壌病原菌の成長を著しく阻害する他、殺センチュウ効果を持っているため選定した。

・ナギナタガヤ (学名: *Vulpia myuros*)

地中海地方から西アジアが原産地1年生の草本。草丈は10~70cmあり、直立あるいは斜めに生長する。根にAMFが共生し易い特徴を持つため選定した。AMFはナギナタガヤから養分を受取る代わりに菌糸を土壌中に伸ばしリンやカリウム、マグネシウム等を吸収しナギナタガヤに与えるという相互関係を築くことが出来る。

・ローズマリー (学名: *Salvia rosmarinus Spenn*)

地中海沿岸地方原産で、シソ科に属する常緑性低木。小さく細長い葉に、甘く爽やかな芳香があるのが特徴。日本でも古くから衣類の防虫に使われているカンファーの成分が含まれており、害虫防除に効果的且つ栽培が容易であるため選定した。

・ニーム (学名: *Azadirachta indica*)

インド原産の高木となる常緑樹。ニームの樹木に含まれる成分アザジラクチンは害虫卵の孵化を妨げ、成虫の食欲を減退させる忌避効果があり害虫駆除に優れた効果を発揮する。人や動物等の哺乳類に対しては無害であり、繰り返し栽培しても自然環境のサイクルに影響を与えることが無いため選定した。

	
バヒアグラス	ナギナタガヤ
	
ローズマリー	ニーム

バヒアグラスについて、第1回現地調査時に実験的にAMF接種したものと、未接種のもの2種類の育苗場を準備し栽培した。第2回現地調査時に確認したところ、AMF接種したものの生育が未接種のものと比較すると非常に良かった。ナギナタガヤについては圃場に

直播する。ローズマリーについても順調に生育した。前述3種類のパートナー植物については第2回現地調査時に試験区A-1、A-2へ定植を行った。

ルワンダは「千の丘」の国として知られ、土壌流亡問題が深刻となっている。圃場も丘で成り立っているため、これら土壌流亡を防止するために、パートナー植物の定植についても、地形に合わせて工夫を施し、定植方法を指導した。ナギナタガヤについてはマカダミアナッツ樹木間へ播種し、ウォーターキャッチメントの上部にバヒアグラスを定植した。このように定植することで、それぞれのパートナー植物が土壌流亡を防止する役目を担う。

2018年7月パートナー植物であるナギナタガヤを、トレンチから樹木の根元への植え替える作業が完了した。根元に植えることでナギナタガヤが菌糸によるネットワーク形成を容易にし、AMFや有益パートナー細菌といった微生物の増殖を助け、樹木の生長を助けることが期待される。バヒアグラスについては採種出来、翌年に播種した。ナギナタガヤについて、西部圃場にて採種出来たものの、東部圃場では適応出来なかったようなので再度播種を実施した。再度の播種ではナギナタガヤの種子を①苗床に植えた後、移植するもの②直播するものと分け、その生育の様子を観察した。②は労力の節約となるが、発芽後に雑草と養分の競合が発生し、生育が悪かった。一方①の苗床で5cm程度まで育てた後、移植する手法を取ったものの方が、生育が良くなる傾向があった。その後、採種出来るようになり、翌年に播種した。

ニームの日本名はインドセンダンといい、その種子から抽出した液にはアザジラクチンと呼ばれる非常に強力な餓死能力を持つ成分が含まれている。人や農作物には害がなく、200種類以上の害虫に効果があると言われている。葉や小枝にも害虫防除効果があり、原産地インドでは、葉を2~3%穀物に混ぜて貯蔵害虫による被害を予防する、家庭ではタンブに葉や小枝を入れ衣類の虫よけとして使用されている。

ニームの種子は苗床で育てた後、ポットに植え替え作業をし、1m近くまで生育した後、試験区へ定植した。西部圃場より東部圃場でよく育つ傾向がある。原産がインド亜大陸の乾燥地帯であるので、より乾燥した東部圃場の方が適応していた。ニームによっては生育が旺盛で、マカダミアナッツの生育を阻みかねないものもあり、そのようなニームについては剪定を実施した。2018年9月には両圃場にてニームの結実を確認した。将来、加工可能な量を確保できるようになれば、自家製ニームオイルを搾油し、害虫防除に使用することが可能となるため現地農家も導入しやすいパートナー植物と言える。

活動1-4：整備した圃場のそれぞれの試験区に同じ条件下で育った2年生苗木を植え、与える肥料や摂取する微生物の条件を変えて育成する。

#### **活動1-4-1 AMFとパートナー細菌接種作業**

第1回現地調査にてRNUT社育苗場のブゲセラとンデラ2か所にて試験区A-1、A-2、B-1及びB-2に植栽する2年生のマカダミアナッツ苗にAMFとパートナー細菌接種作業を行った。

接種量や時期、方法といった接種技術については社外秘であるため、直接技術指導を行い、同技術が関係者外部へ漏れないよう徹底した。

#### 活動1-4-2 定植作業

RNUT社により整地された土地に、一苗ずつ畝を作り、苗を定植した。現地を確認し、各試験区画間の影響を減らすため、各圃場の周囲には5mのバッファゾーン、試験区毎に3mのバッファゾーンを設け、西部圃場計2,812本、東部圃場計2,917本、計5,729本の定植を実施した。各試験区の本数及び面積については表3のとおり。

表3 試験区画の面積と本数

適用	試験区	A-1	A-2	B-1	B-2	C	D	E	計
有機肥料		●	●	●	●	●			
菌根菌		●	●	●	●				
パートナー細菌		●	●	●	●				
パートナー植物		●	●						
ニームオイル		●	●	●	●				
植物保護剤		●		●					
化学肥料								●	
化学合成農薬								●	
西部圃場面積(Ha)		5.8	5.2	2.1	2.3	1.2	0.8	0.5	17.9
東部圃場面積(Ha)		5.7	5.1	3.1	3.1	1.6	0.6	0.5	19.7
西部圃場本数(本)		719	885	381	401	249	97	80	2812
東部圃場本数(本)		814	757	470	457	248	95	76	2917

出所：提案法人作成

#### 活動1-4-3 農園運営

RNUT社と協同し、農園管理業者(現地再委託先)により現地農園作業員(現地傭人)約57人を管理・監督し、2017年1月～2022年4月末まで西部・東部圃場を運営した。

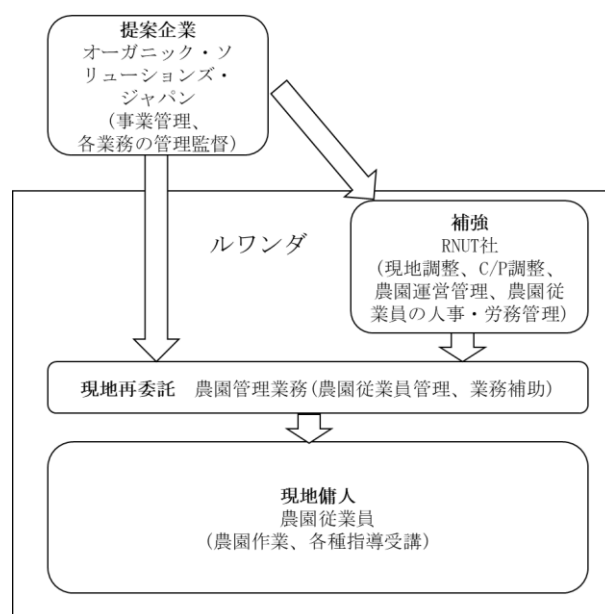


図 2 農園運営体制

活動 1-5： 定期的なモニタリングを通して各試験区の苗木の育成状況の差異を分析・確認し、現地の土壌に最適な微生物接種、有機肥料及びパートナー植物を選定する。

#### 活動 1-5-1 樹高計測

試験区毎の生育の差を調査すべく、毎月各圃場の樹高計測を実施した。(参照：添付資料表 43)

両圃場にて2mの高さを超える樹の平均が西部圃場60%、東部圃場79%となるまで生長した。試験区によって2m以上の樹高となった樹木の割合は異なった。

表 4 試験区内本数に占める2m以上の樹木の本数割合(2022年4月)

試験区	A-1	A-2	B-1	B-2	C	D	E
西部	69%	68%	63%	62%	55%	46%	54%
東部	85%	88%	80%	80%	69%	67%	81%

出所：提案法人作成

表 4に示すとおり、試験区内本数に占める2m以上の樹木の本数割合は西部圃場A-1区69%、東部圃場A-2区88%の結果が良好であった。また西部圃場D区46%、東部圃場D区67%と生長が緩やかであった。

東部圃場と西部圃場の差は西部圃場の気温が低いためと仮説を立て、2019年4月から2021年12月まで毎日気温を測定したが、表 5 平均気温に示すとおり、圃場間での気温差はほぼ無かった。西部圃場は湖が近く、強風が多いため、風が生長を阻害していると推測した。

表 5 平均気温

°C	西部圃場	東部圃場
2019年	23.39	24.72
2020年	25.03	24.72
2021年	24.95	24.59

出所：提案法人作成

西部圃場慣行区D区の樹の生長が最も遅い理由は、放棄地として長年耕かされることなかったため、元々土壤に含まれる有機物が少なく、且つ事業開始後も慣行区として施肥を行わなかったためである。MINAGRIは2014年に国家肥料政策「National Fertilizer policy」<sup>6</sup>を制定し、ルワンダの土壤は栄養素が低く、生産性が低いことを指摘している。無機肥料、有機肥料、微生物をはじめとしたバイオ肥料の三種を肥料として挙げ、環境保全を基礎としたこれら三種の肥料の効率的且つ正しい分量の施肥が必要である旨説明している。

ルワンダの農地の多くがこのようにユーカリの木を数回植えた後に伐採した土地であり、A-C区のように施肥を適切に行うことでマカダミアナッツ栽培が可能となることを示している。反対に、施肥を行わなければ栽培を行っても生育が悪く結実までに時間を要することを端的に示した試験区となった。このため、ルワンダにおいてマカダミアナッツ栽培を実施する際は、適切な施肥を欠かすことが出来ないことが証明された。

東部圃場においてB-1区及びB-2区に比べ、A-2区の生長が早い、A-2区とB-1区、B-2区の差はナギナタガヤ、バヒアグラス、ローズマリー、ニームといったパートナー植物の適用の有無である。A-1区及びA-2区では、パートナー植物の生長により、AMFに互換的に良い影響を及ぼし、樹木の生長にも良い影響を及ぼしていると考えられる。

化学肥料と化学合成農薬適用試験区Eでは、樹高は順調に生長しているが、樹木の外観が他区とは異なり、化学合成農薬の影響か葉が脂光りしているように観察された。化学肥料は肥料の三要素、葉の生長を促す窒素(N)、開花結実を促すリン酸(P)、根の発育を促すカリ(K)を含むNPKを使用している。化学肥料は化石燃料(原油、天然ガス)及び鉱物資源(リン鉱石、カリ鉱石等)を原料としており、土壤中の微生物に分解されることなく、農作物に栄養素が吸収されるため土壤に含まれる有機物が減少する。有機物の減少は、有機物を餌とする微生物の減少に繋がり、微生物の減少により団粒構造化が進まない土壤の保水力は低下し、降雨時に保水すべき水分が排水され、保肥力も低下する。化学肥料を施用し続け、微生物の減少した土壤では病原菌や病害虫の発生頻度が増え、化学合成農薬の併用が必須となり、農作物にとって大切な土壤が悪化、5年後には化学肥料と化学合成農薬無くしては農作物が育たない土壤となる可能性が高い。

有機肥料は土壤中の微生物に分解されることで、吸収可能な栄養素に変化するため、即効性が低い持続性が高く、化学肥料は栄養素が水に溶解込むことで直接的に植物に吸収されるため即効性が高いが持続性が低いという特徴がある。栄養素を吸収し易くな

<sup>6</sup> 出所 National Fertilizer Policy (2014)

った樹木は、有機肥料施用の土壌の樹木と比較し、根の張りが悪くなると言われている。マカダミアナッツは将来的に6～15mまで高さを伸ばすので根の張りが悪いと、特に丘陵地の多いルワンダでは根がマカダミアナッツの樹体を支えられず倒木する可能性がある。

樹高測定について、現地農園作業員より、計測をすることにより圃場での平均的樹高を知ることが出来、そのため、平均以下の樹高に留まっている樹木に対して摘心、整枝といった生長に必要な作業を計画することが以前より容易になったと意見があった。従来のルワンダの農園では樹高計測を実施する慣習がなく、樹木が適切に管理されてこなかった面があり、これが定植しても育たない原因の一つであったと考えられる。樹高計測を実施することで改善点が明らかになることを指導した。

### 活動1－5－2 葉色測定

窒素不足による生育状況の影響の有無の確認のため、両圃場各試験区の代表的な樹を3本ずつ選び出し、葉内クロロフィル含量を測定及び記録し、それらの平均値を求めた。計画では2016年11月以降計測を予定していたが、定植作業が完了した2017年1月下旬後、6か月の苗木の定着期間を待ち、2017年7月より測定を開始した。毎月の測定を予定していたが、差が出ないことから3か月毎の測定に頻度を変更した。(参照：添付資料 表 44)

クロロフィルは光合成の明反応で光エネルギーを吸収する役割をもつ化学物質であり、クロロフィル含量が多ければ多いほど葉が光エネルギーを吸収する機会が多く、光エネルギーの吸収率が高くなり、樹木の生長が早くなる。葉内クロロフィル含量(以下、「SPAD値」)が32～33を下回ると窒素成分を持つ施肥が必要とされているが、2021年10月の計測での最小値はそれぞれ西部圃場試験区B-1のSPAD値50.7、東部圃場試験区CのSPAD値71.9であり、生長に問題がないことを確認出来た。

また樹体生長の良否を判定すべく、新梢の長さ測定を新項目として追加し、こちらも3か月毎の測定を実施し、経過を記録した。両圃場各試験区の代表的な樹を3本ずつ選び出し、測定及び記録し、それらの平均値を求めた。(参照：添付資料 表 45)

新梢は新しく伸びた枝を意味し、新梢が多く長いほどその樹木の樹勢が良いことを示す。2021年10月の新梢長測定データの平均値を求めた結果、最も生長を見せているのは西部圃場では試験区Cが平均312.0cm、東部圃場では試験区A-2が平均355.7cmであった。

強風により測定対象の枝が折れることもあり、予測通りの結果となっていないものの、慣行区D区と比較してAMF、パートナー細菌及びパートナー植物を導入した試験区にて樹体生長が良好になる傾向が見られた。また化学肥料と化学合成農薬適用試験区Eでは安定した伸びを記録した。

### 活動1－5－3 土壌成分分析

各試験区の適用の差が土壌に与える影響を確認すべく、土壌成分分析を実施した。土壌成分分析は計5回、1回目2016年11月6サンプル(試験区設定前)、2回目2018年2月42サンプル、3回目2019年9月42サンプル、4回目2020年10月42サンプル、5回目2021年10月42サ

サンプルを各圃場・各試験区で三反復分採取し、分析業務の現地再委託先RABへ依頼した。分析項目のうち、pH、EC及びAMF胞子数計測についてはRABへ依頼せず、計測方法を指導する目的で調査団及び現地再委託先農園管理業者が計測を実施した。

土壌分析グラフは縦軸に各分析値と横軸に試験区を示した。各試験区で三反復分計測し、それぞれの平均分析値を3本の棒で表している。分析結果詳細は添付資料表 46を参照。

① pH(土壌酸度)

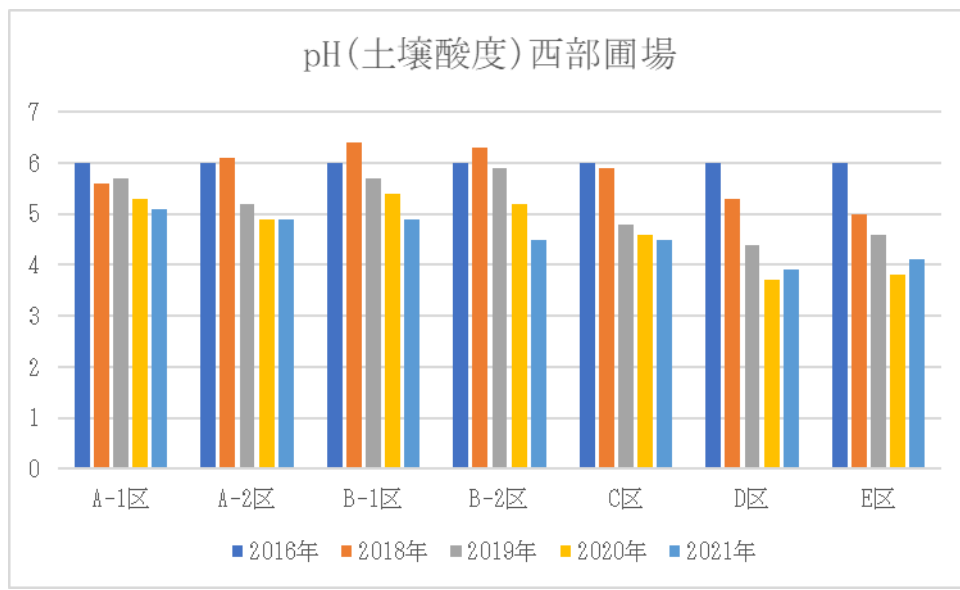


図 3 土壌分析グラフpH(土壌酸度)西部圃場

出所：提案法人作成

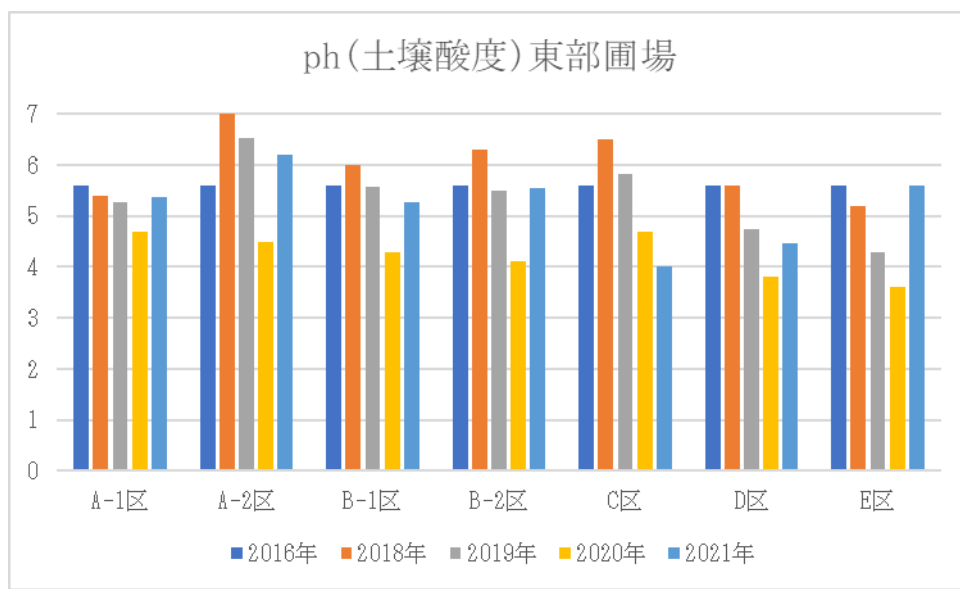


図 4 土壌分析グラフpH(土壌酸度) 東部圃場

出所：提案法人作成

酸度を表すpHは試験区割り前の2016年11月でpH5.0～5.5の中酸性であるが、有機物施用区では弱酸性までやや上がっている。2018年から2021年と経ち全体的に酸性へシフトする傾向にあった。有機物施用区では弱酸性までやや下がっている。有機物を施用していないD、E区ではpH5.0未満の酸性土壌となっており養分吸収効率が低い状態となっていた。マカダミアナッツ栽培に適す弱酸性土壌にすべく、1樹当たり約20gの天然苦土石灰を樹幹周辺に施用した。西部圃場A-1区及び東部圃場A-1, A-2, B-1, B-2区はpH5.0以上となっており、マカダミアナッツはpH5.0-6.0<sup>7</sup>の範囲が最適であるため土壌のpHとしては適当であると考えられる。

② EC(電気伝導率)

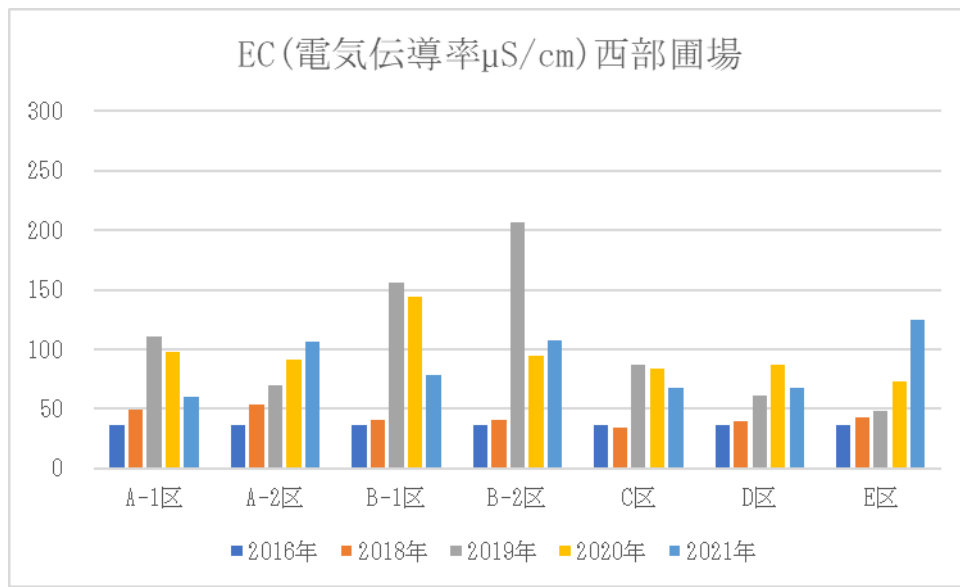


図 5 土壌分析グラフEC(電気伝導率) 西部圃場

出所：提案法人作成

<sup>7</sup> 出所 Southern African Macadamia Growers' Association (SAMAC)



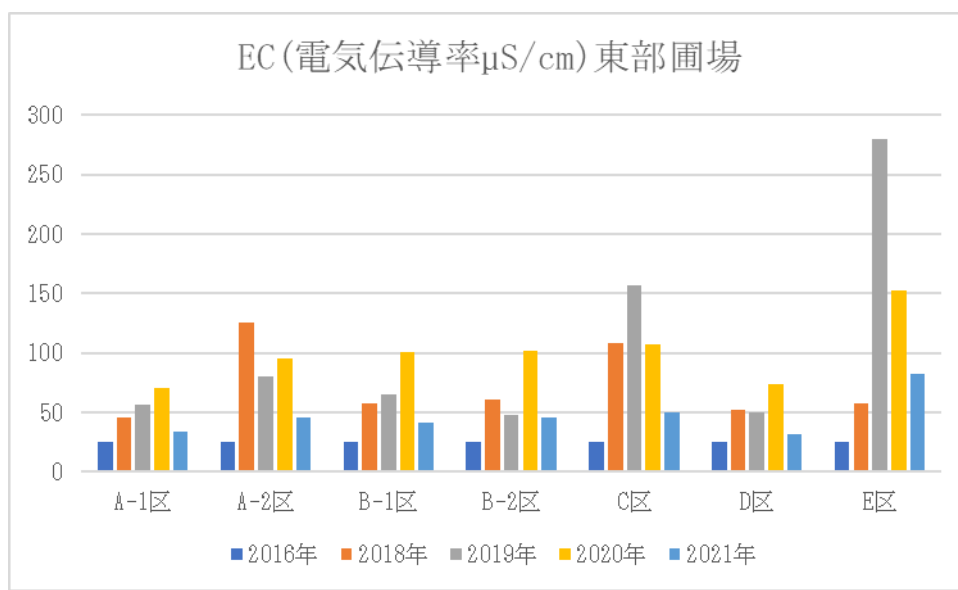


図 6 土壌分析グラフEC(電気伝導率)東部圃場

出所：提案法人作成

養分量を表すECにおいて2018年は全14区画中12区画において栽培適正下限の100μS/cmを大きく下回っており、硝酸態窒素換算で2mg/100g土壌以下と低養分量状態であったが、2020年は施肥の効果があり増加傾向にあったものの果実の収穫が開始された2021年は減少傾向にある。

③ 可給態リン酸濃度

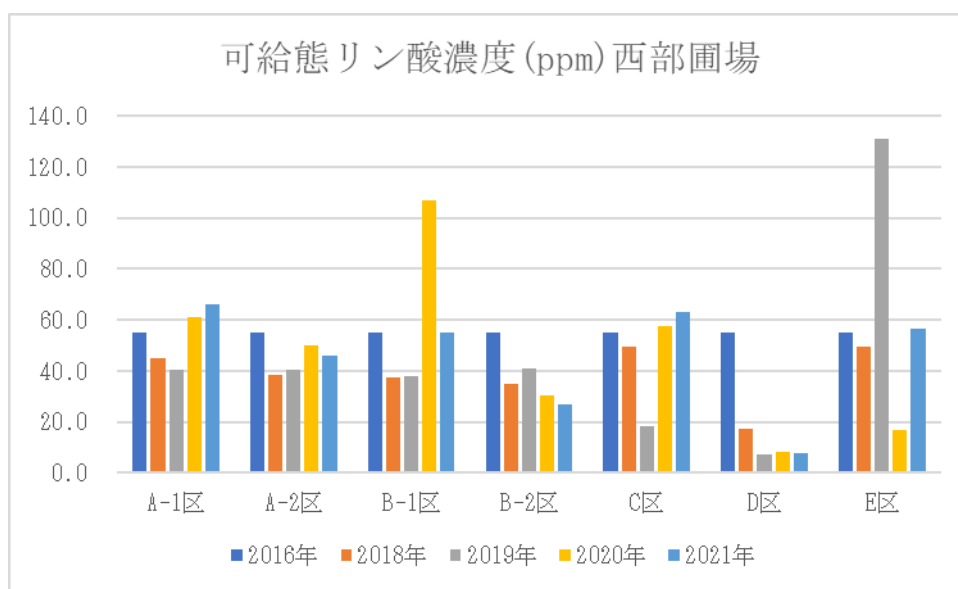


図 7 土壌分析グラフ可給態リン酸濃度西部圃場

出所：提案法人作成

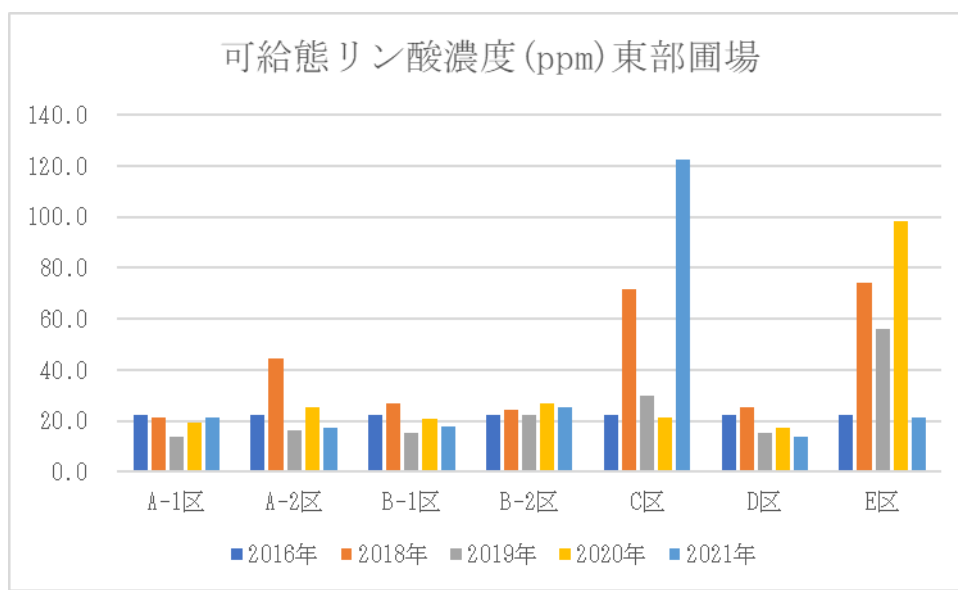


図 8 土壤分析グラフ可給態リン酸濃度東部圃場

出所：提案法人作成

可給態リン酸濃度はAMFにとって重要な指標で、適正值は40ppm前後であり、50ppm以上になると菌根形成が著しく阻害されることが知られている。

可給態リン酸濃度とAMF胞子量を比較すると、胞子数は2019年の両圃場試験区Eにて著しく低くなっており、可給態リン酸濃度は同区で50ppm以上と高くなった。要因としてAMFは可給態リン酸が少なく、根の生育の悪い条件下で、根との共生関係が高まり、その結果AMF感染率と胞子形成が増加し、植物へのリン供給を高めていると考えられた。

#### ④ その他

窒素量の変化は少なかった。窒素は茎葉や根の生育に重要な役割を果たし、主として植物が若い時期や茎葉が育つ時期に必要とされる。不足すると生育不良、葉が小型化する、葉の色が薄くなるといった症状が生じる。窒素には硝酸態窒素とアンモニア態窒素があり、硝酸態窒素は即効性があり、アンモニア態窒素は微生物による硝化作用によって硝酸態窒素に分解されてから農作物に吸収されるため緩効性となる。硝酸態窒素は2021年で7ppm以下ととても低くなっていたが、アンモニア態窒素は適正範囲だった。

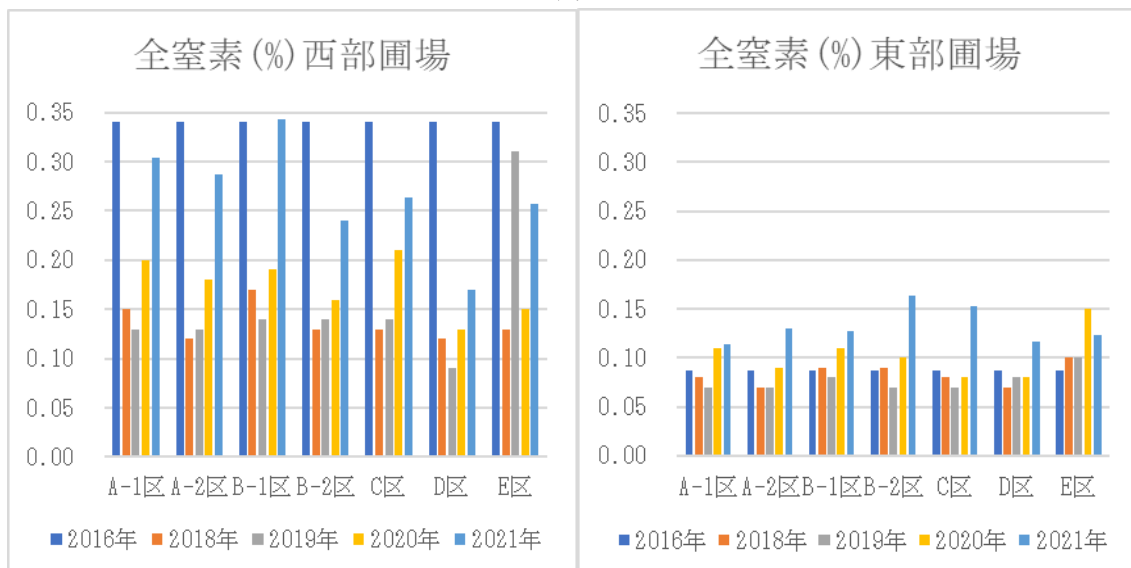
土壤有機炭素は、根の生長に良い環境を形成する上、pHに対して緩衝作用があるため、pHの急激な変化を抑制して植物を保護する働きをする。土壤有機炭素は減少傾向にあった。

全リンは開花、結実を促す植物の生長にかかわる栄養素である。不足すると花数が少なくなる、開花や結実が遅れる等の症状が生じる。

2019年の分析にてカルシウム、マグネシウムが少なかったため、2020年に有機液肥に灰を混入し施用したところ、両圃場共にカルシウム、マグネシウムが増加した。2021年も灰を適用したことで増加した。

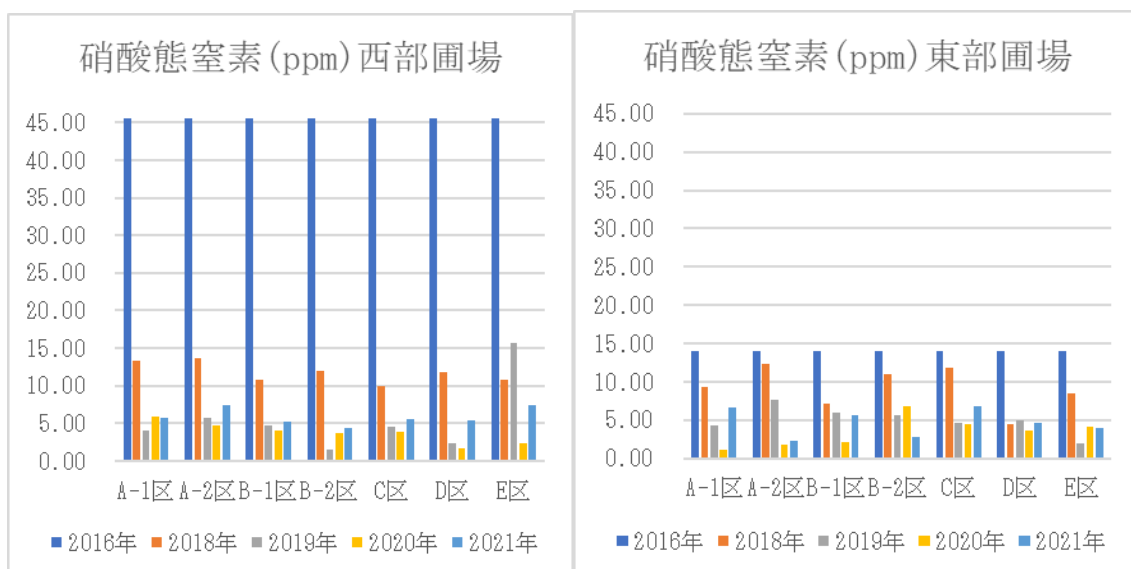
カリウムは適正範囲にあった。マカダミアナッツ栽培を開始し、生長に伴って元肥とともにこれらの要素が吸収されていく様子が見て取れ、同時にAMF胞子が増加した。

図 9 土壌分析グラフ



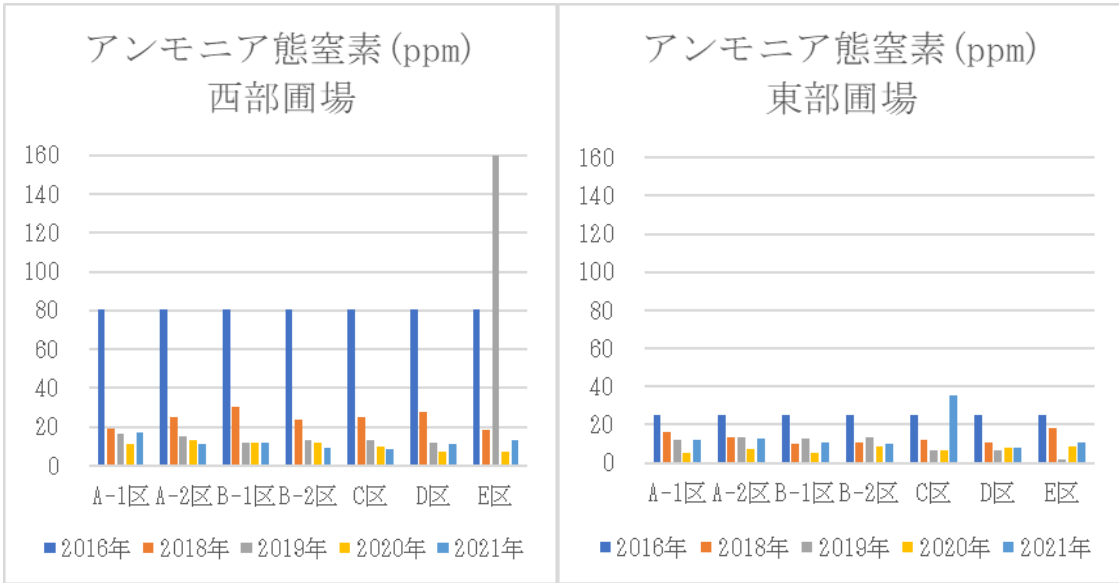
出所：提案法人作成

出所：提案法人作成



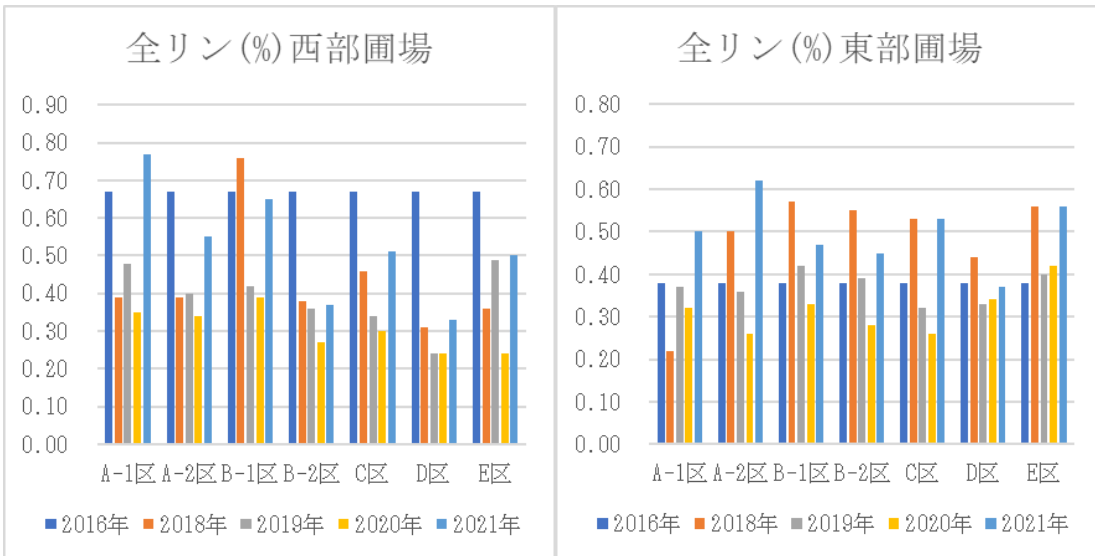
出所：提案法人作成

出所：提案法人作成



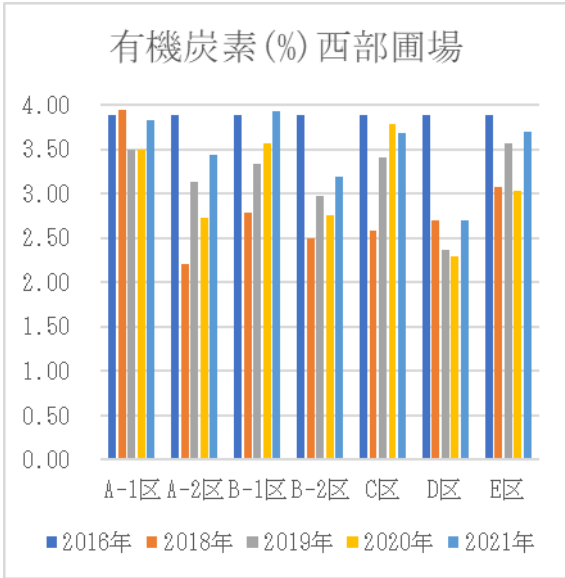
出所：提案法人作成

出所：提案法人作成

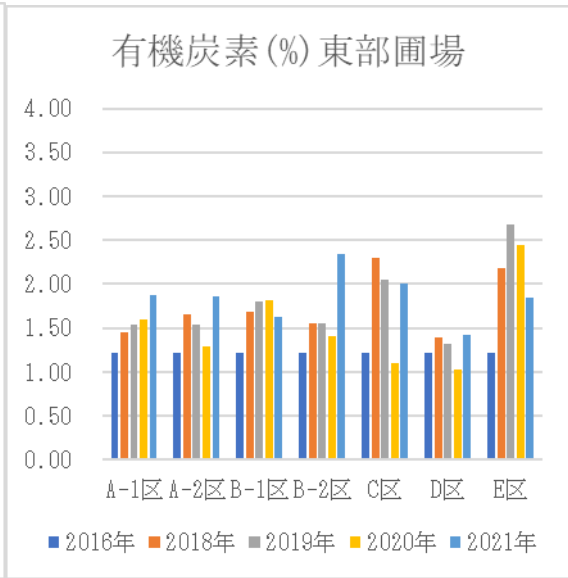


出所：提案法人作成

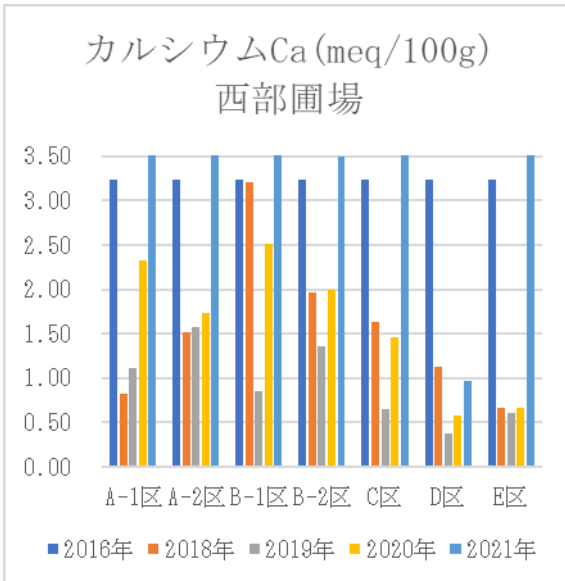
出所：提案法人作成



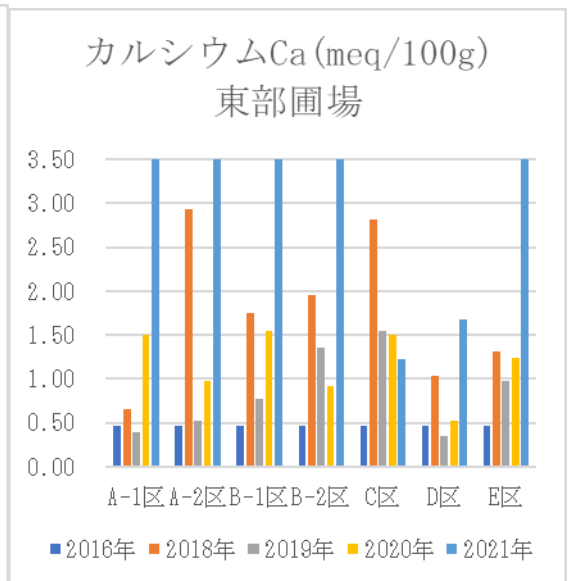
出所：提案法人作成



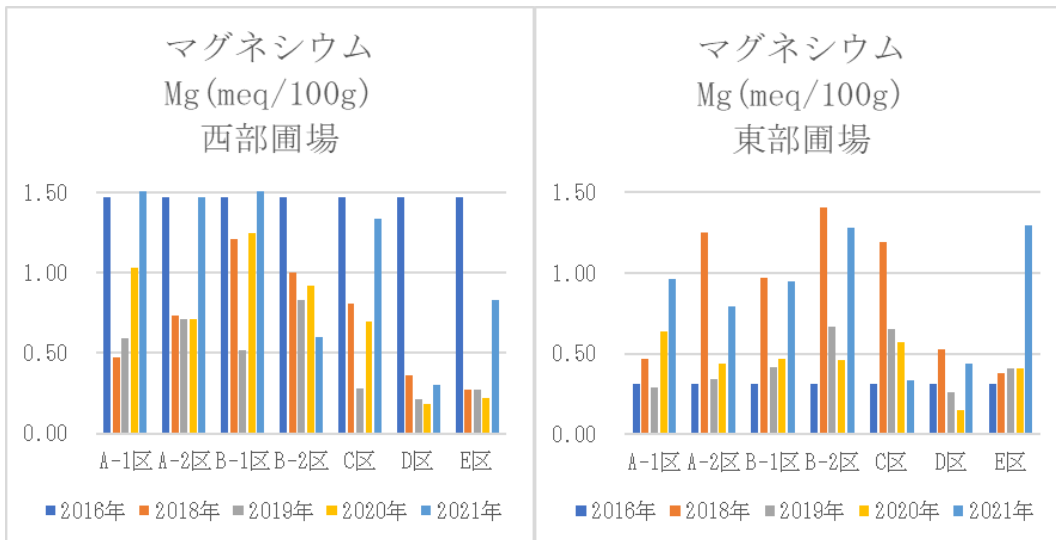
出所：提案法人作成



出所：提案法人作成

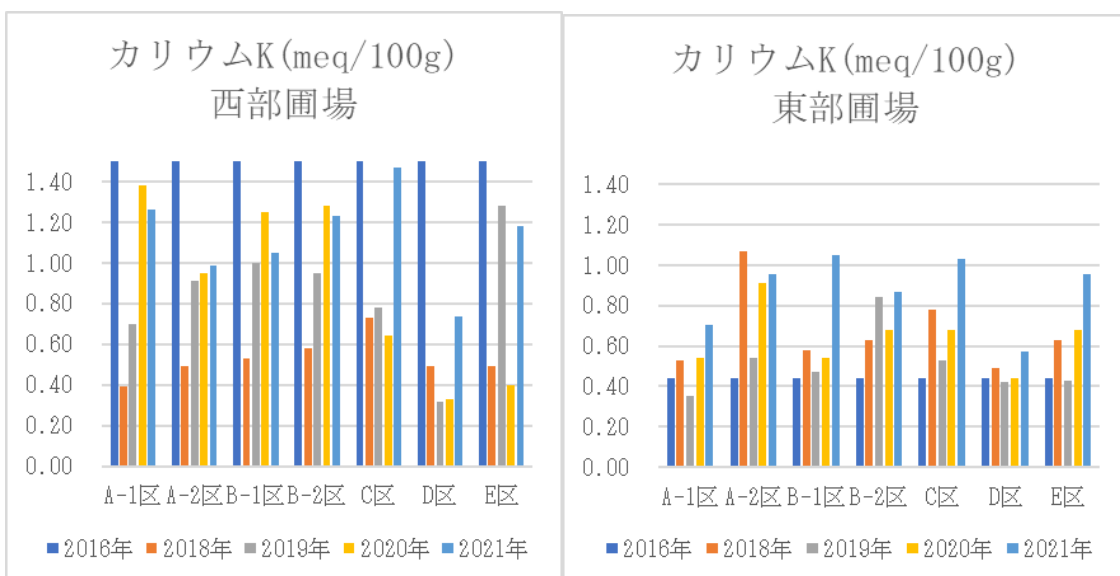


出所：提案法人作成



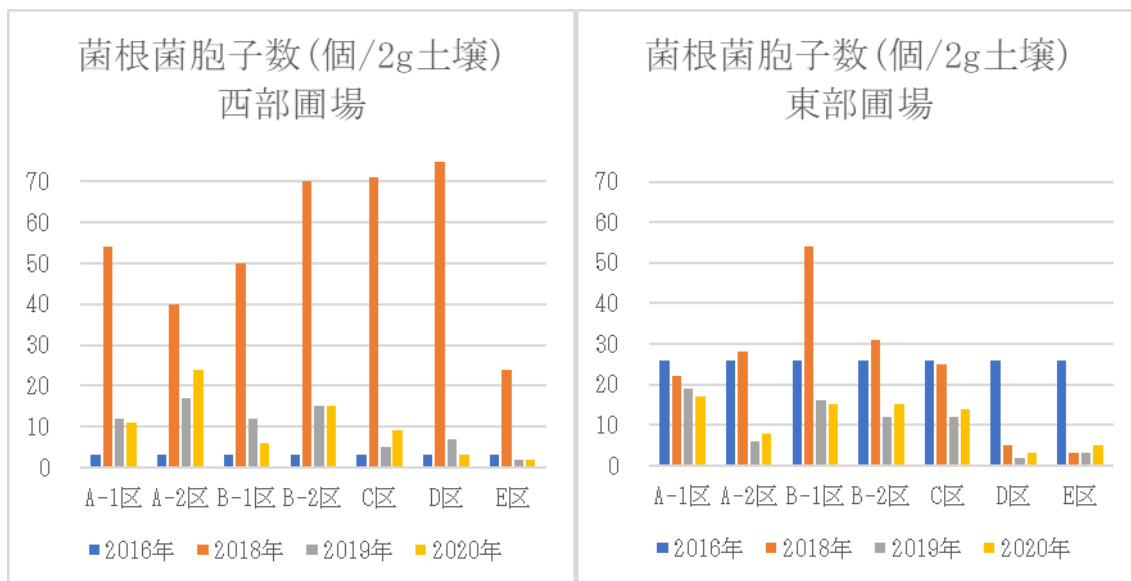
出所：提案法人作成

出所：提案法人作成



出所：提案法人作成

出所：提案法人作成



出所：提案法人作成

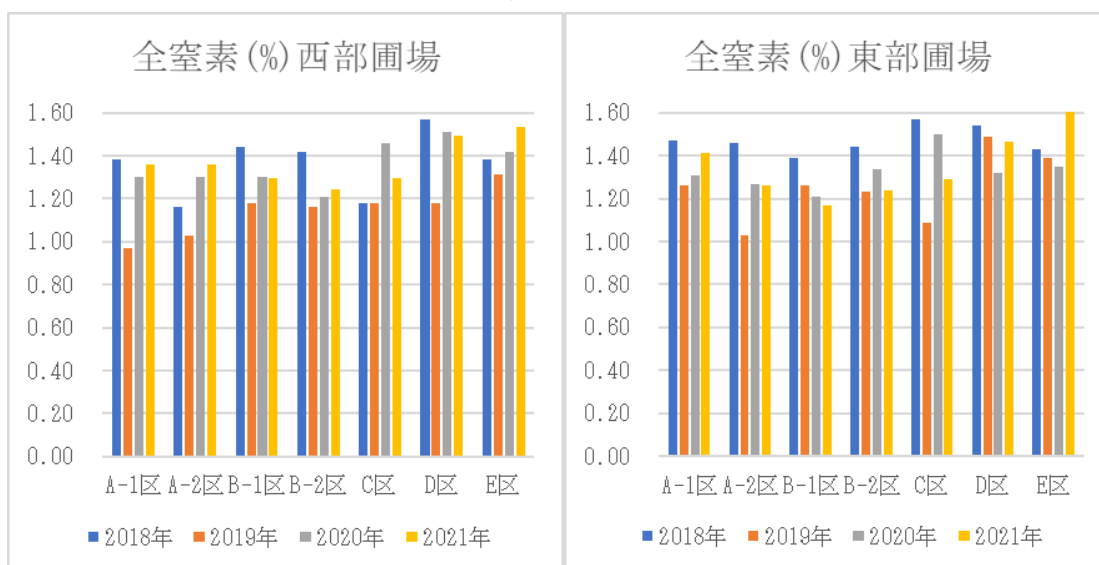
出所：提案法人作成

#### 活動1-5-4 葉内要素分析

土壌要素分析と同様、果樹における栄養診断の一つである葉内要素分析を行い、各試験区の適用が葉に及ぼす影響を調査した。1回目2018年2月42サンプル、2回目2019年9月42サンプル、3回目2020年10月42サンプル、4回目2021年10月42サンプルを各圃場・各試験区で三反復分採取し、分析業務の現地再委託先RABへ依頼した。

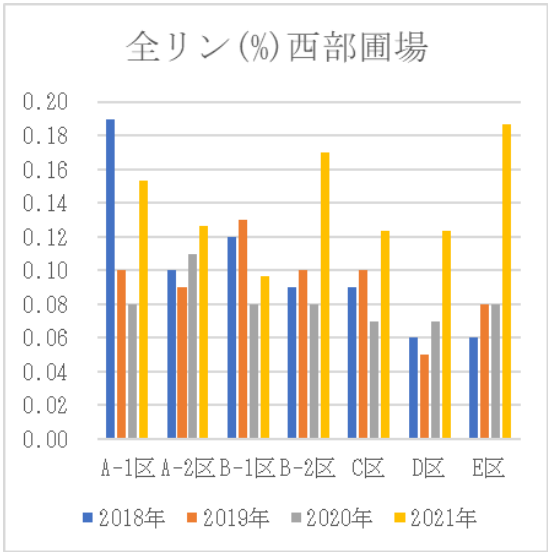
各試験区で3反復ずつ計測し、それぞれの平均分析値を2018年、2019年、2020年と3本の棒で表している。分析結果詳細は添付資料表 47を参照。

図 10 葉内要素分析グラフ

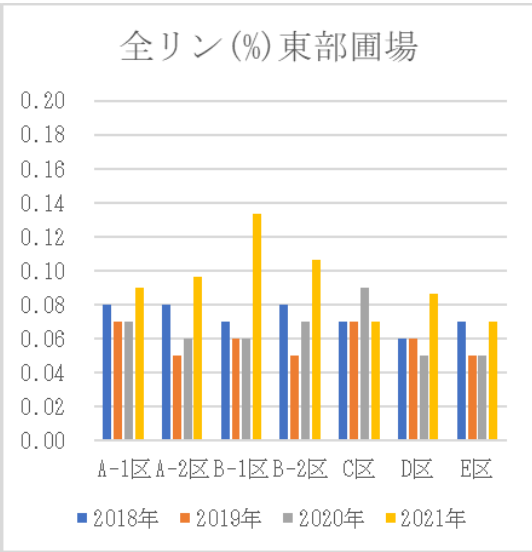


出所：提案法人作成

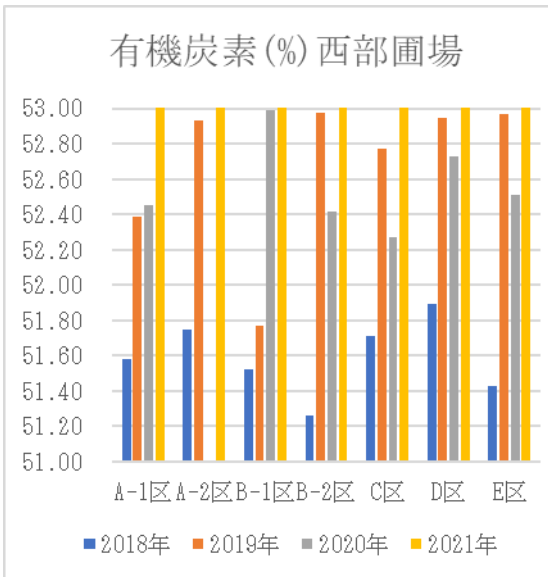
出所：提案法人作成



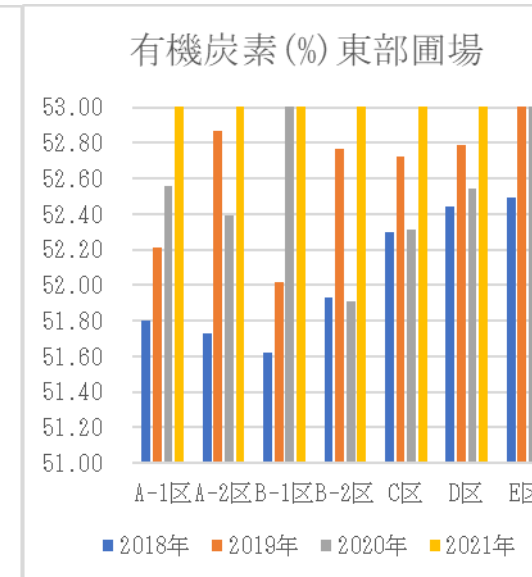
出所：提案法人作成



出所：提案法人作成

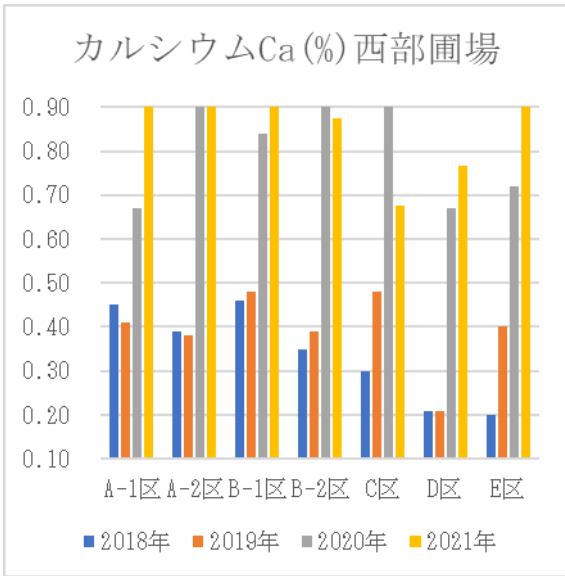


出所：提案法人作成

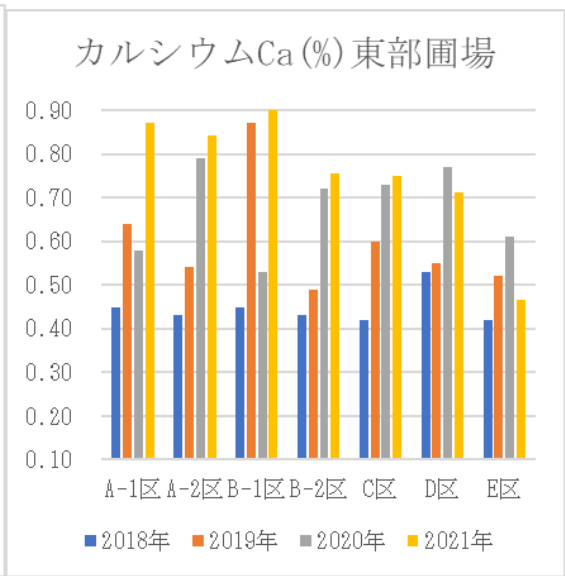


出所：提案法人作成

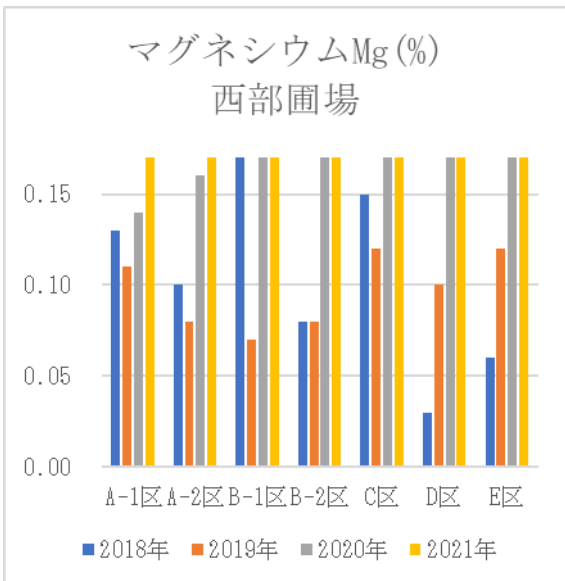




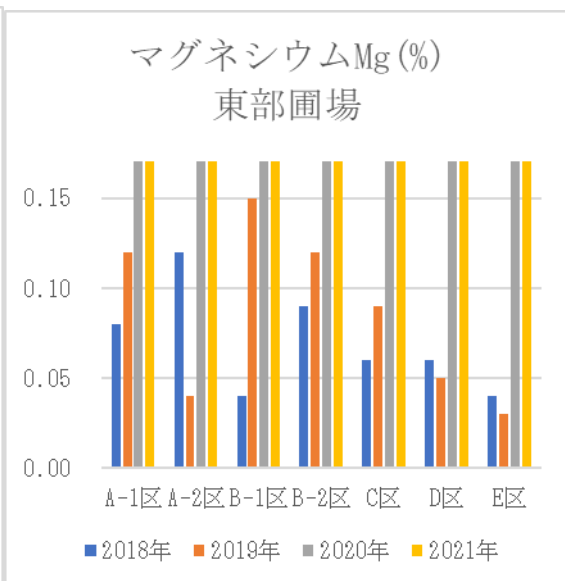
出所：提案法人作成



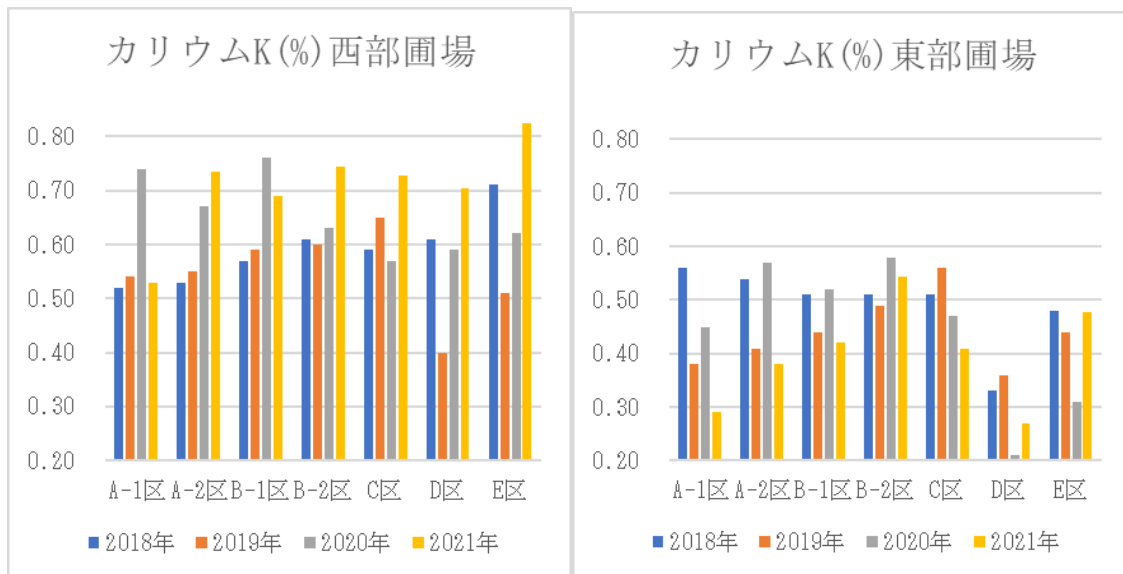
出所：提案法人作成



出所：提案法人作成



出所：提案法人作成



出所：提案法人作成

出所：提案法人作成

マカダミアナッツの葉分析について下記南アフリカにあるマカダミアナッツ農園のデータと比較すると2019年で全リン、カリウムは同程度だったが、カルシウムは少なく、マグネシウムは安定した値でなかったため、有機液肥に灰を混入し施用したところ、両圃場共にカルシウム、マグネシウムが増加した。

表 6 南アフリカのマカダミアナッツ農園のデータとの葉内要素比較

要素	SAMAC (南部アフリ)	Nortjé (南アフリカ)	2019年 西部圃場	2021年 西部圃場	2019年 東部圃場	2021年 東部圃場
P	0.07-0.09%	0.08-0.10 %	0.06-0.19%	0.09-0.18%	0.06-0.08%	0.07-0.13%
Mg	0.09-0.11%	0.08-0.10 %	0.03-0.17%	0.93-1.46%	0.04-0.12%	0.46-0.92%
Ca	0.60-0.90%	0.60-0.90 %	0.20-0.46%	0.67-0.99%	0.42-0.53%	0.46-1.16%
K	0.40-0.60%	0.60-0.70 %	0.52-0.71%	0.53-0.82%	0.33-0.56%	0.29-0.54%

出所：Southern African Macadamia Growers' Association (SAMAC)、Gerhardus P. Nortjé (2017)

全体として2018年から2021年にかけて葉の栄養バランスが良好になった。着果に伴い養分を必要とする樹のために、pHの酸性化を防ぎpH5.0-6.0に収め養分吸収効率を高める必要があることがわかった。養分量を表すECと窒素量から窒素分の施肥はまだ可能と判断した。有機農業では堆肥を毎年同じ量施用しても養分が利用され始めるまでに時間がかかるため土壌に蓄積させながら利用していくことが必要である。

#### 活動 1-5-5 菌根感染率

試験区適用の違いがマカダミアナッツ幼木の菌根共生に及ぼす影響を調査するため、COVID-19の影響で渡航不可能であった2020年及び2021年を除いて菌根感染率の調査を年に1回の頻度で実施した。

##### ① 菌根共生の観察方法

スライドガラスに採取したマカダミアナッツ幼木及び成木の根先端部約10mmを置き、

菌根共生に関与する24kDaのタンパク質の抗体に蛍光物質を標識させたAMF検査用試薬を10 $\mu$ l滴下し、カバーガラスで押しつぶした後、携帯型蛍光検出装置(顕微鏡用レンズ付き)を用い蛍光部を画像計測し、根のAMFの感染状態を調査した。

調査の結果は下記のとおり。菌根感染率が2以上(11%以上)であれば、AMFの効果が確実に期待される。

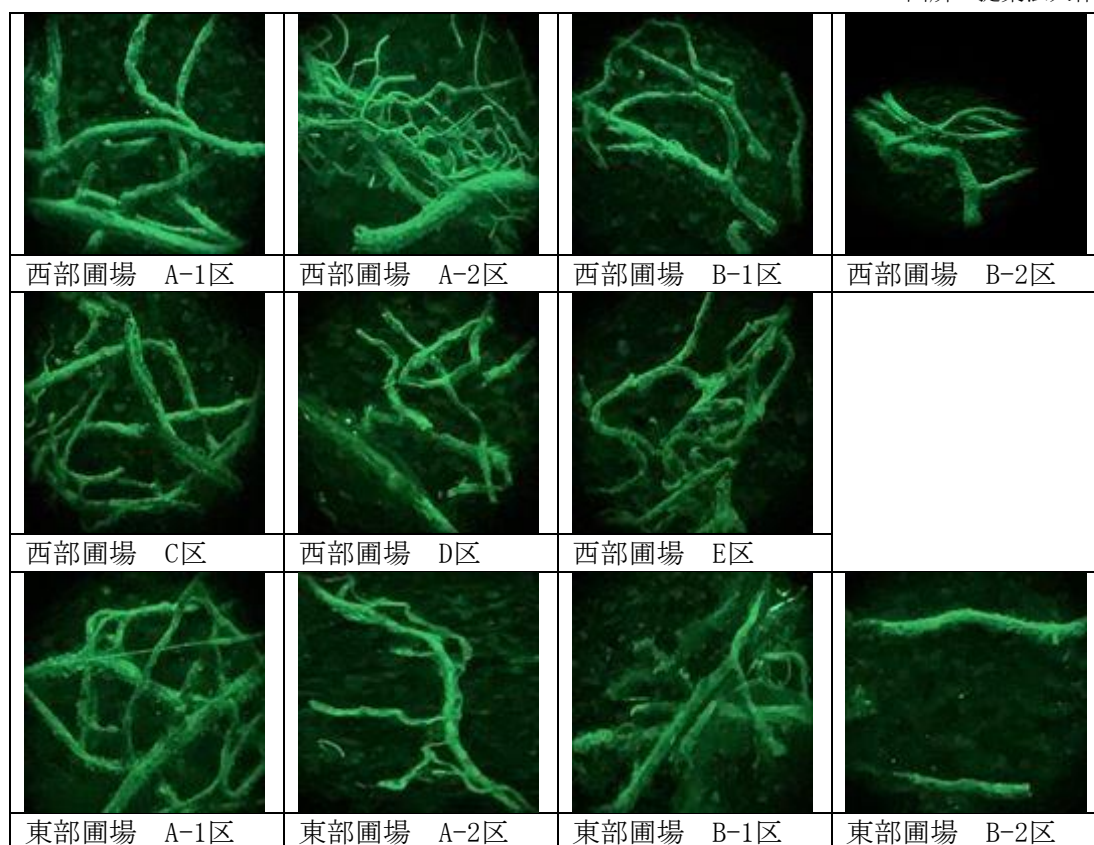
表 7 菌根感染率の変化(2017年～2022年調査)

採取場所	採取月	A-1	A-2	B-1	B-2	C	D	E
西部	2017年7月	3.7 ± 0.3 <sup>x)</sup>	3.7 ± 0.0	3.7 ± 0.3	3.3 ± 0.3	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	0.6 ± 0.3
	2018年9月	3.8 ± 0.3	4.0 ± 0.0	3.3 ± 0.3	2.5 ± 0.3	2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0	1.0 ± 0.2
	2019年9月	3.3 ± 0.3	4.0 ± 0.0	4.0 ± 0.0	3.7 ± 0.3	2.7 ± 0.7	1.7 ± 0.3	1.0 ± 0.0
	2022年4月	3.8 ± 0.2	2.8 ± 0.5	2.0 ± 0.0	2.2 ± 0.2	2.2 ± 0.2	1.1 ± 0.2	0.8 ± 0.1
東部	2017年7月	3.7 ± 0.3	3.3 ± 0.3	3.7 ± 0.3	3.7 ± 0.3	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	0.6 ± 0.3
	2018年9月	3.8 ± 0.3	3.5 ± 0.3	3.3 ± 0.3	3.5 ± 0.3	3.0 ± 0.6	2.3 ± 0.3	1.0 ± 0.0
	2019年9月	3.7 ± 0.3	3.7 ± 0.3	3.3 ± 0.3	3.0 ± 0.6	1.5 ± 0.2	2.5 ± 0.5	1.0 ± 0.0
	2022年4月	3.0 ± 0.3	3.8 ± 0.2	2.6 ± 0.2	3.4 ± 0.2	2.6 ± 0.2	2.6 ± 0.2	1.6 ± 0.2

x) 平均値±標準誤差(n=4)2022年のみ(n=5)

y) 菌根感染率：0=0%, 1=1-10%, 2=11-25%, 3=26-50%, 4=51-100%

出所：提案法人作成



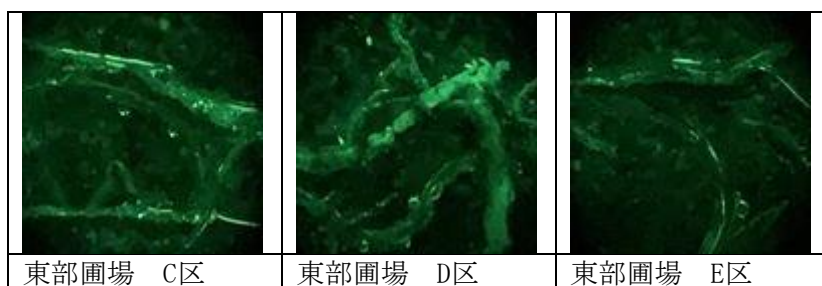


図 11 根の菌根感染状態

出所：提案法人作成

表 7に示すように、両圃場において、AMF接種を実施した試験区A-1、A-2、B-1及びB-2ではいずれもAMF共生が良好であった。菌根感染率が2以上(11%以上)であれば、AMFの効果が確実に期待されるため、試験区A-1、A-2、B-1及びB-2については2017～2019年と2022年まで継続して良好であったと考えられる。しかし、有機物施用のみの試験区CはAMF共生が所々観察されたが、その蛍光強度は弱かった。試験区Dでは土着AMFによる共生が予想されたが長年放棄されていた土地であったためAMF胞子が少ない劣悪な土壌条件であったことが伺える。更に芳しくなかったのが、化学肥料と化学合成農薬適用試験区Eであり、菌根感染率が1を下回っており、西部圃場の試験区EではAMF共生が殆ど観察されなかった。

成木を対象にした調査の結果は下記のとおり。菌根感染率が2以上(11%以上)であれば、AMFの効果が確実に期待される。

表 8 成木園菌根感染率の変化(2017年～2022年調査)

試験区	P-1 (Cont.)		P-2 (整枝)		P-3 (草生+整枝)	
2017年7月	1.3	± 0.3 <sup>x</sup>	2.0	± 0.0	3.0	± 0.0
2018年9月	1.3	± 0.3	2.3	± 0.3	3.0	± 0.0
2019年9月	1.7	± 0.3	2.8	± 0.2	2.7	± 0.3
2022年4月	0.8	± 0.2	2.8	± 0.2	3.8	± 0.2

x) 平均値±標準誤差 (n=4) 2022年のみ (n=5)

y) 菌根感染率：0=0%, 1=1-10%, 2=11-25%, 3=26-50%, 4=51-100%

出所：提案法人作成

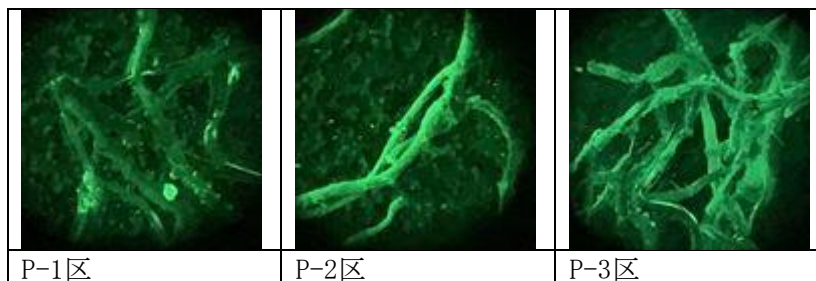


図 12 成木：根の菌根感染状態

出所：提案法人作成

表 8で示すとおり、成木園におけるAMF共生は、AMFを成木樹の根圏に接種した試験区

P-3では初年度から継続してAMF共生が非常に良く観察された。しかし、慣行区の試験区P-1では他区と比較すると菌根形成が悪く、5年後は減少してしまった。灰施用だけの試験区P-2ではAMF共生(感染部)が少なかったが、菌根感染率が2以上(11%以上)を継続出来た。なお、処理開始前、同成木園では大農オーナーによる管理不足のためマグネシウム欠乏障害が非常に激しく発生していたが、灰の施用によってマグネシウム欠乏障害が改善された。

成木園での収量調査結果と併せて、ルワンダ内の収量の低い成木の回復方法としてAMF接種と整枝、パートナー植物の植栽で収量の改善を提案することが可能になることが証明された。

### 活動1-5-6 菌根菌胞子数分析

試験区適用の違いがマカダミアナッツ幼木の土壌内AMF胞子数に及ぼす影響を調査するため、AMF胞子数の調査を年に1回の頻度で実施した。土壌サンプルを採取し、AMF胞子数を顕微鏡で分析した。結果は下記のとおり。2020年以降はCOVID-19による渡航見合わせにより、ビデオ通話アプリを用い分析を指導した。

#### ① AMF胞子の採取と観察方法

500、125及び45 $\mu$ mメッシュの篩を用いてAMF胞子を採集し、実体顕微鏡下でAMFを採取し、観察した。

調査の結果は下記のとおり。

表9 圃場AMF胞子数調査結果(個/10g土壌)

	試験区	2016年11月	2017年7月	2018年2月	2018年9月	2019年9月	2020年10月
西部	A-1	15	58	270	31	60	55
	A-2		62	200	70	85	120
	B-1		35	250	61	60	40
	B-2		92	350	34	75	50
	C		15	355	44	25	45
	D		10	375	33	35	20
	E		8	120	15	10	10
東部	A-1	130	75	110	93	95	85
	A-2		95	140	104	30	35
	B-1		95	270	260	80	65
	B-2		55	155	241	60	80
	C		35	125	65	60	70
	D		80	25	105	10	20
	E		55	15	21	15	15

出所：提案法人作成

事業開始直後で試験区割り前の2016年11月には、土着のAMFは生息していたが、その胞子数は極めて少なかった。この原因は、これらの圃場が本来劣悪な環境下にあり、栽培

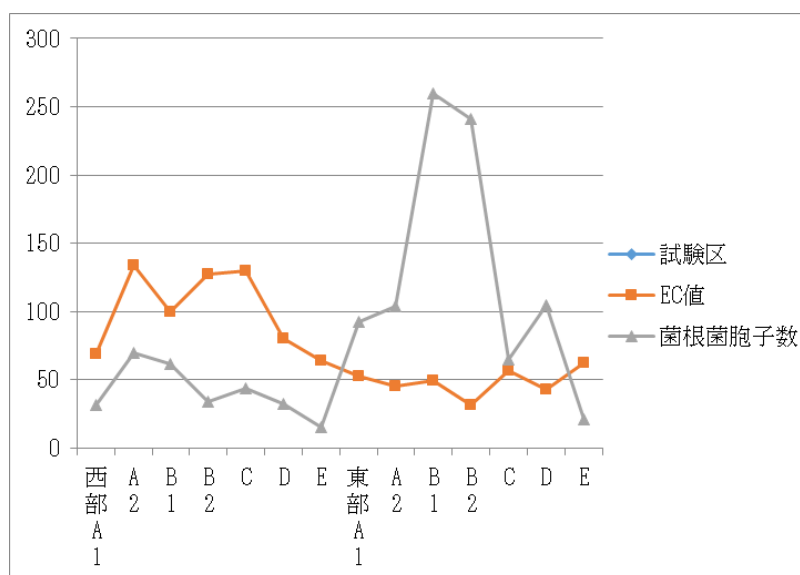
放棄されていた場所であったことや、「いや地<sup>8</sup>」を引き起こしやすいユーカリが植えられていたことが、AMF胞子数を著しく少なくさせたことに起因していると考えられた。

その後、2017年7月には試験区によってAMF胞子数に増加が見られ、2018年2月には多くの試験区でAMF胞子数が増加し、多い所では有機肥料のみを施肥している西部圃場の試験区Cや、東部圃場の試験区B-1が顕著な状況となった。

調査の結果、両圃場にてAMF接種を実施した試験区A-1、A-2、B-1及びB-2ではいずれもAMF胞子数が多く、慣行区D区は少なく、化学肥料と化学合成農薬適用試験区Eでは減少していくという現象を確認出来た。

2018年9月には西部圃場にて大幅に減少した。AMF胞子数が減少した理由の一つとしては有機液肥の施用方法が考えられた。有機液肥はパートナー細菌、水及び堆肥を混ぜて作製するが、堆肥が水に完全に混ざらず、底に堆肥が溜まってしまふことがあった。施用する度に、有機液肥をかき混ぜてから施用するよう現地の農園作業員へ指示していたが、それが守られず、底に堆肥が溜まった状態で液肥を使用した結果、施用中タンクの終わりに近づくと、高濃度の有機液肥を樹へ施用することになる。高濃度の有機液肥を樹へ施用すると土壌のEC値が高くなり、結果AMFの働きが鈍くなり、AMF胞子数減少に繋がる。表 10に2018年9月測定 of EC値とAMF胞子数をグラフ化した。EC値が高くなるとAMF胞子数が減少し、EC値が低くなるとAMF胞子数が増加していることが分かる。EC値は低すぎると土壌養分が減少するので、バランスが大切でありEC値60-120  $\mu$ S/cmを目安とするとAMF胞子にとっても活動しやすい環境となる。

表 10 EC値とAMF胞子数(2018年9月測定)



出所：提案法人作成

<sup>8</sup> 耕地に年々同一あるいは近縁の作物を連作した場合、作物の生育が不良となり、収量が低下する現象をいう。

有機液肥の施用についても施用すれば良い、という訳ではなく都度確認が必要である旨を指導出来た。

### 活動1-5-7 土壌の変化測定

試験区適用の違いが土壌に及ぼす影響を調査するため、1年毎に土壌酸度、土壌の電気伝導度、土壌水分及び土壌硬度の変化を測定した。結果は表11～表15のとおり。

表11 圃場土壌の酸性度

pH(H <sub>2</sub> O)	試験区	2016年11月	2017年7月	2018年2月	2018年9月	2019年9月	2020年10月	2021年11月
西部	A-1	6.0	7.0	5.6	5.9	5.7	5.3	5.1
	A-2		6.2	6.1	6.2	5.2	4.9	4.9
	B-1		6.6	6.4	5.8	5.7	5.4	4.9
	B-2		6.2	6.3	6.0	5.9	5.2	4.5
	C		5.9	5.9	5.5	4.8	4.6	4.5
	D		5.2	5.3	5.1	4.4	3.7	3.9
	E		6.8	5.0	5.1	4.6	3.8	4.1
東部	A-1	5.5	6.5	5.4	5.6	5.3	4.7	5.4
	A-2		6.5	7.1	5.5	6.5	4.5	6.2
	B-1		5.7	6.0	5.5	5.6	4.3	5.3
	B-2		6.2	6.3	5.6	5.5	4.1	5.5
	C		5.6	6.5	6.5	5.8	4.7	4.0
	D		5.8	5.6	6.3	4.7	3.8	4.5
	E		4.7	5.2	5.7	4.3	3.6	5.6

出所：提案法人作成

土壌の酸性度(pH)は「0(酸性)～7(中性)～14(アルカリ性)」の数値で表す。2019年と2020年を比較すると酸性化が確認されたため、マカダミアナッツ栽培に適する弱酸性土壌にすべく、1樹当たり約20gの天然苦土石灰を樹幹周辺に施用した。農園作業員へは、目視で確認出来ない土壌の酸性度についてはpH計で測定することの重要性を指導した。

表12 圃場土壌の電気伝導率

EC(μS/cm)	試験区	2016年11月	2018年2月	2018年9月	2019年9月	2020年10月	2021年11月
西部	A-1	37	49	69	111	98	60
	A-2		54	134	70	91	107
	B-1		41	100	156	144	79
	B-2		41	127	206	95	108
	C		34	130	87	84	67
	D		40	80	61	87	67
	E		43	64	48	73	125
東部	A-1	28	46	53	57	70	34
	A-2		126	45	81	95	46
	B-1		58	49	65	101	41
	B-2		61	31	48	102	46
	C		108	57	157	107	50
	D		53	43	50	74	32
	E		57	63	278	153	82

出所：提案法人作成

電気伝導率(EC値)は2016年から比較すると西部圃場で上昇、東部圃場で下降していた。樹の着果開始により、土壌中の養分が果実に供給されているため、下降しているものと考えられた。EC値は土壌中の塩類濃度の指標として用いられる。硝酸態窒素、硫酸イオン、塩素などの陰イオンや、アンモニア態窒素、石灰、苦土、カリウム等の陽イオンの量と比例して数値が高くなり、ECが低い場合は土壌養分が少ないとされ、高い場合は土壌養分が多いとされる。着果による養分不足を防ぐため、開花後や収穫後に施す「御礼肥え」と呼ばれる追肥として有機液肥の葉面散布回数や、土壌への堆肥の施用量を1.5倍に増量する必要があることが分かった。

表 13 圃場土壌の硬度指数と硬度支持力

試験区	2018年10月		2019年7月		2020年7月		2021年7月		
	硬度指数(mm)	支持力(kg/平方cm)	硬度指数(mm)	支持力(kg/平方cm)	硬度指数(mm)	支持力(kg/平方cm)	硬度指数(mm)	支持力(kg/平方cm)	
西部	A-1	21.5	8.6±0.9	8.5	1.0±0.2	10.5	1.5±0.3	15.0	3.1±0.4
	A-2	17.0	4.2±1.4	13.5	2.3±0.6	11.5	1.8±0.5	13.0	2.3±0.5
	B-1	17.0	3.9±1.1	8.5	1.0±0.3	9.0	1.2±0.3	8.0	1.0±0.3
	B-2	16.0	3.3±0.6	13.5	2.3±0.8	8.5	1.1±0.2	12.0	1.9±0.5
	C	18.0	4.5±1.6	10.5	1.5±0.2	9.5	1.3±0.3	9.5	1.3±0.3
	D	14.5	2.7±0.4	13.5	2.4±0.4	7.5	0.9±0.2	10.0	1.4±0.1
東部	E	16.5	3.6±0.1	16.5	3.9±1.0	8.5	1.1±0.3	10.0	1.4±0.1
	A-1	18.5	4.8±0.9	15.5	3.3±0.5	13.0	2.5±0.4	16.0	3.6±0.4
	A-2	20.5	6.7±2.3	16.5	3.8±1.4	15.0	3.0±0.4	21.5	7.6±1.7
	B-1	16.0	3.3±0.4	14.0	2.6±0.3	12.5	2.1±0.4	19.5	6.0±2.0
	B-2	19.5	5.8±2.2	16.5	3.7±0.8	14.5	2.8±0.1	25.0	14.3±1.8
	C	19.5	6.0±1.9	18.5	5.0±0.8	14.5	2.9±0.3	24.5	13.5±3.6
	D	17.0	3.6±0.7	21.0	7.0±1.3	15.0	3.0±0.2	23.0	9.8±1.0
E	18.0	4.7±0.8	21.5	8.0±1.2	13.0	2.3±0.3	19.5	5.8±1.5	

2) 平均値±標準誤差(n=3)

出所：提案法人作成

表 14 土壌硬度と根の伸び

硬度指数	根張り と 乾湿
10mm以下	干ばつの危険
10-15mm	適当
15-22mm	やや硬いが根は伸びる
22-25mm	根は少し入るが伸びが悪い
25mm以上	根が入りにくい

出所：農林水産省(2018)『環境保全型農業の推進について』<sup>9</sup>

土壌硬度は、植物根の伸張の難易、透水性や通気性の程度に影響する。測定では、土壌を垂直に削った断面に対して垂直に土壌硬度計を差し込む。硬度指数約22mm以上が適度な硬度である。7月測定時は乾季に当たるため、西部圃場試験区B-1とCで非常に土壌硬度指数が減少していることを確認し、灌水を多めに行うようにした。

<sup>9</sup>農林水産省(2018)『環境保全型農業の推進について』



表 15 圃場土壌の土壌水分率(%)

(%)	試験区	2018年10月	2019年7月	2020年7月	2021年7月
西部	A-1	5.0±1.1	2.8±0.7	3.5±0.2	7.0±1.2
	A-2	4.3±1.0	5.0±1.1	3.5±0.3	8.3±0.7
	B-1	5.6±0.5	4.9±0.5	3.9±0.2	4.5±0.4
	B-2	9.2±1.5	6.3±1.3	4.4±0.3	5.5±1.2
	C	12.5±1.4	6.7±0.4	4.2±0.5	8.3±0.4
	D	14.8±1.1	10.1±1.1	5.2±0.5	6.5±0.4
	E	12.4±1.1	5.2±1.0	5.0±0.4	6.9±0.4
東部	A-1	4.9±0.3	3.6±0.4	1.5±0.2	3.4±0.2
	A-2	7.1±0.6	2.6±0.7	1.6±0.4	3.3±0.3
	B-1	5.6±0.3	3.9±0.2	2.0±0.3	4.4±0.6
	B-2	4.3±0.8	2.9±0.7	1.6±0.2	3.3±0.4
	C	5.9±0.7	2.3±0.3	1.9±0.2	4.3±0.3
	D	6.1±0.1	3.4±0.3	1.9±0.1	3.6±0.3
	E	5.8±0.2	3.8±0.3	1.7±0.3	3.5±0.3

Z) 平均値±標準誤差 (n=3)

出所：提案法人作成

土壌水は、土壌成分・肥料成分を溶かすことにより、植物に必要な養分を供給する働きはもちろん、土壌中の動植物・微生物の生育・活性を左右する。土壌水分率が3%以下となると葉に萎れが生じ、6%前後で可、15%以上は良好となる。計測時期の7月は乾期に当たるので、土壌中の水分が少ないことを確認した。2021年分を2020年分と比較すると全体的に土壌水分率が改善されていることが分かる。

#### 活動1-5-8 樹木解体調査

最終渡航時2022年4月30日に東部圃場、5月2日に西部圃場のA-2区とE区にてそれぞれ代表的な1本を対象に5年生のマカダミアナッツ樹(樹齢4年)の解体調査を実施した。結果は下記のとおり。



図 13 樹木解体調査

表 16 樹体生長、1樹当たりの葉面積及び年間CO<sub>2</sub>固定量

試験区		樹高 (m)	樹の重さ (kg)	1樹当たりの葉の枚数 (枚)	1樹当たりの葉の面積 (m <sup>2</sup> )	1樹当たりの年間CO <sub>2</sub> 固定量 (kg/年間)
西部	A-2区	2.9	16.0	2106	9.8	14.2
	E区	2.4	10.5	1518	6.8	9.8
東部	A-2区	4.4	10.8	1423	6.4	9.2
	E区	4.0	10.4	1319	5.9	8.5

平均: 10.4 ± 1.3

東部圃場の樹高、特に地上部の生長は旺盛であったものの、根の生長は西部圃場と比較すると低かった。原因は、西部圃場は岩場に位置し、強風が吹きつける急傾斜地であり環境に耐える根を作り上げる必要があったため、また土壌が流亡しやすいため土壌中の無機養分が少なく根系を発達させる必要があり、地上部の生長が東部圃場よりも劣り生長が遅れていると考察された。

SDGsの観点から、SDGsの目標13「気候変動に具体的な対策を」への取り組みとして、1樹当たりの年間CO<sub>2</sub>固定量を算出した。葉が大きく多い樹、CO<sub>2</sub>固定量は高まる。平均すると1樹当たり年間約10.4kgのCO<sub>2</sub>を固定出来ることが分かった。マカダミアナッツを植栽することが自然環境保全の行動に繋がることを今後も示していきたい。

表 17 根の太さ別の根重

試験区		根の太さ別の根重(g)					合計
		>21mm	20-11mm	10-6mm	5-2mm	<2mm	
西部	A-2区	2062.8	1011.3	648.3	403.8	455.0	4581.2
	E区	600.5	464.3	613.1	344.8	199.8	2222.5
東部	A-2区	458.0	240.7	162.6	69.5	63.6	994.4
	E区	416.3	252.8	141.9	41.3	3.2	855.5

根の太さ別の根重測定では西部圃場は東部圃場よりも細根が極めて多いことを発見できた。西部圃場では根を充実させるために地上部への光合成産物が減り、根に回ったものと考えられる。根をしっかりと作り上げるために光合成産物の多くを根の生長に充てなければ樹が倒れる恐れがあり、無機養分の吸収を促進するために、細根を出して樹木自らが吸収を高める、AMFの働きを期待するために細根の発生を多くしているものと考えられた。

表 18 深さ別pH、EC、AMF胞子数及び菌根感染率

試験区		深さ (cm)	pH (H2O)	EC ( $\mu$ S/cm)	AMF胞子数 (個2g土壌)	菌根感染率
西部	A-2区	0-20	5.0	32	330	2
		21-40	4.4	34	308	1
		41-60	4.2	31	242	1
	E区	0-20	4.1	49	5	0
		21-40	3.1	45	4	0
		41-60	2.9	37	4	0
東部	A-2区	0-20	3.9	36	154	2
		21-40	4.0	32	165	2
		41-60	3.4	46	110	2
	E区	0-20	3.6	66	4	0
		21-40	3.1	40	4	0
		41-60	3.1	54	5	0

菌根感染率：0=0%，1=1-10%，2=11-25%，3=26-50%，4=51-100%

樹木解体時に深さ別に土壌サンプルと根サンプルを採取し、pH、EC、AMF胞子数、菌根感染率を調査した。西部圃場A-2区の0～20cm箇所にてpH値は中酸性となっていたが、深部に行くに従って酸性に傾いていた。有機苦土石灰、灰等で弱酸性に戻ることが望まれた。EC値が低くなっており、着果により土壌中の養分が果実に供給されているためと推測される。AMF胞子数はAMFを接種したA-2区と化学肥料と化学合成農薬適用試験区Eで大きく差が出た。当該差が果実収量にも影響を及ぼす結果となった。菌根感染率についてもE区では感染が確認出来なかった。

#### 活動1-5-9 果実収量調査

試験区毎に代表的な樹10本を選択し、ナンバリングを実施、毎月の落果数を集計した。落果時に成熟し落果した果実と、未熟のまま落果した果実を分け、外皮を脱殻し、個数、総重量及び平均重量を計測した。

表 19 完熟果実収量調査

年	試験区	西部圃場							東部圃場						
		A-1	A-2	B-1	B-2	C	D	E	A-1	A-2	B-1	B-2	C	D	E
2020年	10月	0	0	0	0	0	0	0	24	128	10	21	7	2	0
	11月	0	0	0	0	0	0	0	39	187	25	36	20	10	3
	12月	0	0	0	0	0	0	0	85	270	57	46	31	18	10
2021年	1月	0	0	0	0	0	0	0	66	161	8	0	11	0	3
	2月	40	25	4	26	24	0	0	128	269	57	55	35	24	16
	3月	22	16	6	14	15	0	0	166	495	92	126	37	21	18
	4月	19	19	3	15	8	0	0	225	365	18	68	32	24	0
	5月	15	15	2	9	7	0	0	78	275	5	0	0	0	0
	6月	15	25	9	20	17	3	9	13	95	20	0	0	0	0
	7月	47	55	11	20	18	4	5	74	189	141	42	79	12	0
	8月	68	52	5	22	21	3	14	69	264	193	56	24	23	0
	9月	78	74	13	39	29	4	14	168	885	212	81	83	18	0
	10月	162	92	18	94	100	0	20	195	812	151	160	50	0	0
	11月	216	152	22	141	34	4	21	177	233	74	119	31	0	0
	12月	128	156	25	74	42	0	0	617	1,678	218	249	105	0	0
2022年	1月	145	199	32	79	49	0	5	149	1,209	62	53	37	0	0
	2月	95	178	26	30	35	0	4	445	594	276	282	256	138	43
	3月	125	219	22	18	168	0	0	246	352	50	132	157	31	15
	4月	178	142	12	69	168	0	0	59	163	39	30	63	0	0
計(個)		1,353	1,419	210	670	735	18	92	3,023	8,624	1,708	1,556	1,058	321	108
総重量(グラム)		10,284	10,648	1,752	5,240	5,738	128	722	31,015	90,050	17,994	15,935	11,210	2,444	715
1個あたりの平均重量(グラム)		7.6	7.5	8.3	7.8	7.8	7.1	7.8	10.3	10.4	10.5	10.2	10.6	7.6	6.6

出所：提案法人作成

表 19 完熟果実収量調査に示したとおり、東部圃場A-2区での収量が個数及び総重量共に最高収量を示し、2010年10月から17か月の間に計8,624個、90,050グラムを収穫し、平均重量も1個あたり10.4グラムとなった。一方、最も低収量であった西部圃場D区では計18個128グラムという結果であった。

平均重量が最も軽量となったのは化学肥料と化学合成農薬を適用した東部圃場E区であり、1個あたり平均6.6gとなった。東部圃場A-2区と比較すると約二分の一の重量であり、果実が小さく輸出市場用サイズの商品として加工するには困難なサイズであった。農産物の高付加価値化について、マカダミアナッツは果実のサイズによって価格が決められており、粒に欠けが無くより大きいサイズが最も高値で取引されている。高付加価値化のためにも同技術を用い、輸出市場用サイズの果実の生産を推奨する必要がある。

同技術を用いたA-1及びA-2区と他区を比較すると、両圃場共通してA-1及びA-2区の収量が多いことから、同技術の有用性・優位性を示す結果となった。特に従来のルワンダのマカダミアナッツ農家と同様の環境と言える無肥料且つ無農薬の慣行区である試験区D区と有機肥料のみ適用のC区と比較すると、施肥を行うだけで3倍以上(東部圃場にて比較)の収量改善に繋がることを示している。収量が改善されれば収穫量も増大し、生産者の収入も改善されるため、生産者に対し同データを示し施肥の有効性を普及したい。

表 20 収穫開始時期

試験区	年	2020			2021								
	月	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
西部	A-1												
	A-2												
	B-1												
	B-2												
	C												
	D												
	E												
東部	A-1												
	A-2												
	B-1												
	B-2												
	C												
	D												
	E												

注：100個落果を確認した時期を表す

出所：提案法人作成

表 20 収穫開始時期に示したとおり、東部圃場A-2区での収穫時期が2010年10月と最も早かった。一方、西部圃場B-1区及び東部圃場D区については着果のタイミングが非常に遅かった。両圃場共に化学肥料と化学合成農薬を適用したE区については樹高の生育は良いものの、肝心な着果に至らず、過繁茂すなわち茎葉が茂りすぎて着果や果実の肥大を妨げているように観察された。

ナッツ生産を普及展開していく上での課題として、定植後から収穫まで時間を要するため、生産者が収穫開始まで収入を確保出来ないという問題があったが、定植作業が完了した2017年1月から3年10カ月で同技術を用いた東部圃場A-2区では収穫が始まり、同技術を用いることで大幅に収穫までの時間を短縮することに成功した。ルワンダ政府が求める農業生産性向上のためには定植後、いかに早期に果実を収穫し、出荷するかを重視する必要があるため、同技術の有用性・優位性を示す結果となった。

### 活動1-5-10 果実品質分析

圃場にて採取した果実(ナッツ)の品質を分析した。

表 21 果実の糖含量調査

試験区/Brix値	A-1	A-2	B-1	B-2	C	D	E
西部	17.0 ± 1.0	12.0 ± 2.0	17.0 ± 3.0	12.5 ± 2.5	11.0 ± 1.0	9.5 ± 2.5	9.0 ± 1.0
東部	8.0 ± 0.2 <sup>2)</sup>	7.0 ± 0.0	8.0 ± 1.0	7.5 ± 0.5	6.5 ± 0.5	6.0 ± 0.0	6.0 ± 1.0

2) 平均値±標準誤差(n=2)

出所：提案法人作成

収穫された果実を各試験区10個用意し切削した。混合削り片1gに蒸留水10mlを加えた後、ホモジナイズし、ろ紙No. 2でろ過した。その後、当該ろ液の可溶性固形物(糖度)

をアタゴポケット糖度計PAL-1で測定した。そして、得られたBrix(ブリックス)値を10倍して、マカダミアナッツの糖度とした。

結果、同技術を用いた試験区の糖含量は他区と比較すると高くなり、また東部圃場より西部圃場の方が糖分を多く含む良質な果実を得ることが出来た。AMFは植物が光合成を行って得る糖等の栄養を受け取って生存している。そしてAMFは植物の根が届かない所まで菌糸を伸ばし土壌中の栄養素を分解し菌糸内に取り込み、植物に運搬している。糖含量が高くなった試験区についてはAMFの菌糸ネットワークが機能し、養分の分配が適切に行われたと考えられる。

### 活動1-5-11 果実オイルの収量調査

圃場にて採取した果実(ナッツ)を用いて搾油、試験区毎の果実オイルの収量を調査した。

表 22 果実オイルの収量調査

試験区		300 gの果実数(個)	脱殻後重量(g)	搾油量(ml)
西部圃場	A-1	33.0	76.6	34.0
	A-2	34.0	75.8	34.3
	B-1	35.0	74.1	14.0
	B-2	35.3	80.4	18.3
	C	36.0	76.8	34.7
	D(100g)	13.0	26.9	4.0
	E(200g)	27.0	51.1	6.0
東部圃場	A-1	35.3	84.4	31.3
	A-2	35.0	81.3	33.0
	B-1	37.3	86.1	34.7
	B-2	40.0	87.5	38.3
	C	35.3	83.0	25.0
	D	36.0	84.3	49.0
	E(200g)	30.0	59.4	8.0

出所：提案法人作成

各試験区にて代表的な果実(殻付き)約1kgを選び、それを約300gずつに分け(3反復)果実数を計測。果実の水分値は、収穫直後は約29%程度で、棚に置き自然乾燥で約5%にまで落とした後、温風乾燥で2%以下にし、脱殻を実施の上、重量を計測した。その後搾油機にて搾油し、搾油量を計測、各試験区の平均値を表した。西部圃場D及びE区と東部圃場E区については収穫量が少なく、収穫出来る範囲で調査を実施した。

果実数は少ない方が優良であり、脱殻後重量は重い方が優良、搾油量は多い方が優良である。同技術を用いた試験区の果実数は他区と比較すると少なく良好という結果になった。脱殻後重量では両圃場ともB-2区が最も重くなった。搾油量では東部圃場が同技術を用いた試験区をC区と比較すると多く搾油出来た。全ての試験区のサンプルを事業終了

までに収穫出来なかったため、明確な比較は出来ないものの、同技術を用いることで十分にオイルを含む良い果実の生産が可能となることが判明した。

#### 活動1-5-12 果実オイルの品質分析

「活動1-5-11 果実オイルの収量調査」で搾油したオイルについて高速液体クロマトグラフを使用して、果実オイルの品質分析を行った。



脂質分析に用いた高速液体クロマトグラフ

表 23 果実オイルの品質分析

試験区	サンプル番号	μl/ml オイル			ml/300gナッツ			試験区	サンプル番号	μl/ml オイル			ml/300gナッツ				
		オレイン酸	パルミトレイン酸	ステアリン酸	オレイン酸	パルミトレイン酸	ステアリン酸			オレイン酸	パルミトレイン酸	ステアリン酸	オレイン酸	パルミトレイン酸	ステアリン酸		
西部	A-1	0-22	226.7	58.6	177.8	7.25	1.88	5.69	東部	A-1	0-1	126.8	174.4	148.1	1.90	2.62	2.22
		0-23	78.7	60.4	192.6	2.68	2.05	6.55			0-2	197.3	579.9	118.5	7.69	22.62	4.62
		0-24	103.7	68.3	163.0	3.73	2.46	5.87			0-3	147.2	192.0	148.1	5.89	7.68	5.92
		n				3	3	3			n				3	3	3
		mean				4.55	2.13	6.04			mean				5.16	10.97	4.26
	s. e.				1.38	0.17	0.26	s. e.					1.71	6.00	1.08		
	A-2	0-25	141.9	54.2	163.0	4.82	1.84	5.54		A-2	0-4	128.7	126.6	88.9	3.86	3.80	2.67
		0-26	99.9	63.2	148.1	3.50	2.21	5.18			0-5	56.1	72.3	148.1	1.74	2.24	4.59
		0-27	70.5	39.8	148.1	2.40	1.35	5.04			0-6	64.4	77.3	148.1	2.45	2.94	5.63
		n				3	3	3			n				3	3	3
		mean				3.57	1.80	5.25			mean				2.68	2.99	4.30
	s. e.				0.70	0.25	0.15	s. e.					0.62	0.45	0.87		
	B-1	0-28	34.2	36.6	163.0	0.48	0.51	2.28		B-1	0-7	43.7		118.5	1.01		2.73
		0-29									0-8	78.4		148.1	2.82		5.33
		0-30									0-9	90.3	52.5	133.3	4.06	2.36	6.00
		n									n				3		3
		mean									mean				2.63	2.36	4.69
	s. e.							s. e.					0.89		1.00		
	B-2	0-31	108.5	62.2	177.8	2.06	1.18	3.38		B-2	0-10	32.6		163.0	1.40		7.01
		0-32	77.5	44.2	163.0	1.55	0.88	3.26			0-11	38.1	30.2	148.1	1.41	1.12	5.48
		0-33	67.1	28.7	163.0	1.07	0.46	2.61			0-12	37.6	52.2	148.1	1.32	1.83	5.18
		n				3	3	3			n				3	2	3
		mean				1.56	0.84	3.08			mean				1.38	1.47	5.89
	s. e.				0.29	0.21	0.24	s. e.					0.03	0.35	0.57		
C	0-34	106.0	47.3	163.0	3.82	1.70	5.87	C	0-13	23.4	33.0	148.1	0.54	0.76	3.41		
	0-35	112.9	41.9	163.0	3.61	1.34	5.22		0-14	35.5	39.8	133.3	0.96	1.07	3.60		
	0-36	93.9	38.4	177.8	3.38	1.38	6.40		0-15	25.9		148.1	0.65		3.70		
	n				3	3	3		n				3	2	3		
	mean				3.60	1.48	5.83		mean				0.71	0.92	3.57		
s. e.				0.13	0.11	0.34	s. e.				0.13	0.16	0.09				
D	0-37	78.8	38.5	163.0	0.95	0.46	1.96	D	0-16								
	0-38								0-17								
	0-39								0-18								
	n								n								
	mean								mean								
s. e.							s. e.										
E	0-40	97.7	43.0	163.0	0.88	0.39	1.47	E	0-19	48.1	29.9	148.1	0.58	0.36	1.78		
	0-41								0-20								
	0-42								0-21								
	n								n								
	mean								mean								
s. e.							s. e.										

出所：提案法人作成

※網掛けセルはデータ無し

マカダミアオイル含量（搾油量）は、まだ果実が成り始めて間もないため、成木樹と比べて遊離の脂肪酸が少なかった。A-1区およびA-2区ではオレイン酸、パルミトレイン酸などの不飽和脂肪酸が多くなる傾向にあった。またE区では両圃場共に果実収量が極めて少なく、オレイン酸、パルミトレイン酸などの良質なオイルが極めて少なかった。

AMFの「のう状体」及び「樹枝状体」の中には脂質、特にリン脂質が大量に含まれている。リン脂質は細胞膜を形成する主要な成分であると共に、菌根共生システムにおいて脂肪が運搬・貯蔵される際にタンパク質を結び付ける役割を果たす。AMF中の脂質にはオレイン酸、リノール酸等の有益な不飽和脂肪酸だけでなく、オメガ7脂肪酸のパル



ミトレイン酸やオメガ5脂肪酸が含まれている。同技術を用いた試験区ではオレイン酸等の不飽和脂肪酸が多くなる傾向にあったため、AMFがマカダミアナッツオイルの質的にも影響したと考えられる。結果として、AMFの働きを生かすことでオイルの品質向上を図ることが可能であることを確認出来た。

### 活動1-5-13 害虫発生状況調査

試験区適用の違いが害虫被害発生度に及ぼす影響を調査するため、害虫の発生状況を2017年3月～2021年12月まで毎月調査した。調査の結果は表24の通り。

新たに導入した除虫菊駆除剤が防シロアリ効果を発揮し、シロアリの発生については減少傾向にある。着果に伴って一時増加していたナッツボラーについてもニームオイルを散布することで被害が減少した。1年を通して観察すると、雨季から乾季に移行する時期かけて害虫は増加する傾向にあり、移行時期にいかに対策が出来るかが重要となる。調査の詳細結果は添付資料表48と表49のとおり。

表24 害虫発生状況(2017年～2021年における12月調査)

試験区		A-1	A-2	B-1	B-2	C	D	E	全体
西部圃場	2017年12月	6%	4%	5%	3%	1%	9%	0%	4%
	2018年12月	4%	2%	3%	4%	6%	9%	6%	5%
	2019年12月	3%	2%	6%	4%	5%	3%	0%	3%
	2020年12月	2%	2%	2%	3%	4%	7%	0%	3%
	2021年12月	1%	1%	1%	1%	1%	1%	0%	1%
東部圃場	2017年12月	20%	21%	14%	9%	20%	27%	0%	16%
	2018年12月	8%	6%	7%	5%	5%	28%	0%	8%
	2019年12月	6%	6%	6%	5%	6%	13%	0%	6%
	2020年12月	24%	15%	24%	20%	13%	35%	9%	20%
	2021年12月	6%	6%	4%	5%	7%	11%	7%	7%

出所：提案法人作成

東部圃場は西部圃場と比較すると害虫が多い。東部圃場は害虫の発生要因にもなる民家にも近く、西部圃場と比べると湿度も高いため、害虫の餌となる小昆虫が多く生息し、繁殖する傾向があった。

東部圃場にて化学農薬を使用している試験区Eは予想通り、害虫の発生はゼロになった。使用している化学農薬は現地調達可能なシペルメトリンであり、防虫効果を示していた。

一方、植物保護剤や忌避剤を用いない試験区Dが両圃場ともに害虫の発生率が高くなっており、植物保護剤やニームオイルといった忌避剤の効果(試験区A-1、A-2、B-1及びB-2)が分かる結果となった。

発生する害虫の種類は、多い順にアリ(ハキリアリ、シロアリ、アリ)、アブラムシ及びカイガラムシとなっている。その他にクモ、イモムシ及びコオロギも発生している。この中で問題となるのが、新芽を食べるハキリアリと根や幹を食べるシロアリである。

ハキリアリによる新芽食害被害について、ハキリアリ自身は積極的に葉を削っている様ではないが、食害箇所を口を付けているハキリアリが見られたことから、ハキリアリによる食害と考えられた。葉を食べると言うよりは新芽の傷口から出る樹液を吸って、

結果食害状態になっていると考えられる。樹木によっては新芽が全て無くなっているものもあるので忌避が必要であった。新芽が食べられてしまうと、植物の生長が止まり最終的に枯れてしまう恐れがある。

着果が開始された2020年以降、ナッツボローラー(学名：*Thaumatotibia batrachopa*)が観察されるようになった。着果開始により新しく観察されるようになった害虫で、幼虫期に果実の外皮が硬化する前に侵入し、果実の中身を食べる食害を引き起こす。幼虫は一つの果実を食べ終わると次の果実に移動し食害を繰り返すため、一匹で複数個の果実に損傷を与える。

このため、新芽を食害するハキリアリ、根と幹を食害するシロアリ及び果実を食害するナッツボローラー忌避は大きな問題と認識し、下記有機農業対応となる様々な工夫を実施し、対処を試みた。

表 25 害虫防除試験結果

時期	害虫の種類	対処	効果
2017年10月	ハキリアリ	クエン酸、トウガラシスプレー	△
2018年5～6月	ハキリアリ	クエン酸、ミルクブッシュ	△
2018年7月	ハキリアリ	ニンニク、天然石鹸、水、クエン酸、酢酸、ニームオイル、展着剤	○
2018年7月	シロアリ	ニンニク、塩、水	△
2018年9月、12月、2019年1月	シロアリ	ニンニク、ミルクブッシュ、ニームオイル、ローズマリー、植物保護剤、水	△
2019年9月～2020年5月	シロアリ	ニンニク樹冠植栽	△
2021年1月	シロアリ	除虫菊駆除剤、水、酢	○
2021年4月	ナッツボローラー	ニームオイル	○

出所：提案法人作成

結果、ハキリアリにはニンニク、天然石鹸、水、クエン酸、酢酸、ニームオイル、展着剤の混合液をスプレー噴射すること、シロアリには除虫菊駆除剤、ナッツボローラーにはニームオイルが効果を示すことが判明した。

#### 活動1-5-14 最適な組み合わせを選定

各種調査の結果、樹体生長、収量、害虫防除の観点から現地にて有機マカダミアナッツ栽培を実施する際には試験区A-2の組み合わせ（有機肥料・AMF・パートナー細菌・パートナー植物・ニームオイル）が最適であると選定した。但し、圃場にて*Phytophthora*菌が発生した場合はA-1区で使用した植物保護剤の効果が見られたため、使用が望ましいと考えられる。

活動1-6：成木に対してAMFとパートナー細菌を接種し、果実の収量や品質の変化をモニタリングし、未接種の成木との差異を分析・比較する。

#### 活動1-6-1 成木への菌根菌とパートナー細菌の接種

成木への実証としては、西部州内大農の成木園の一面を借用し、成木園試験区として運営・実証することとした。対象は10～18年目の樹木とし、10本ずつ適用を変え、適用3種類、計30本とする。対象成木にAMFとパートナー細菌の接種を行った。また1本ずつタグを付け、作業者の分別が付くようにした。

#### 活動1-6-2 成木 接種樹と無接種樹との成長差の比較調査

現地での土壌データを取得したところ、マグネシウムが欠乏していることが明らかになったことから、マグネシウムを補う意味で灰を適用することとした。適用する灰について、現地には化成の黒石炭もあるが、有機栽培を目指しRNUT社がマカダミアナッツを加工する際に排出される殻で炭を作る時に出る灰を用いることにした。

第4回現地調査時に、試験区の樹勢を合わせるため、実施していた灰の施用によりマグネシウム欠乏が改善されたことを確認した。大農オーナーと面談した際に、整枝や剪定の方法について指導を受けたいとの申し出があった。現地では農園管理技術である整枝・剪定作業をこれまで全く行ってこなかったため、枝が交差する、込み入ってしまう等、生長を阻害する状況にあった。正しく整枝・剪定作業を行うことで、枝の間合いを作り、通風・採光を良くして、品質の揃った果実を生産することが可能となる。このことから表26のとおり、試験区に整枝・剪定実施区、非実施区を設けて効果を測定することとした。

第5回現地調査では、特に枝が交差している交差枝や込み入っている枝を選定し、空間を埋めるように長い枝の誘引を行った。樹形としては立っている4～5mの枝を切り開心自然形に仕立てた。

表 26 成木園試験区設定

試験区	適用	本数
P-1	慣習通り	10本
P-2	整枝・剪定を実施	10本
P-3	整枝・剪定を実施、パートナー植物(土着のAMFを増殖させてAMFの効果を観察)	10本

出所：提案法人作成

試験区によって、果実の収量(安定的な果実生産)に差が出た。詳細については「活動1-6-3 成木：接種樹と無接種樹との果実収量及び果実品質の比較調査」を参照。

#### 活動1-6-3 成木 接種樹と無接種樹との果実収量及び果実品質の比較調査

2018年5月～2022年4月まで果実収量調査のみを開始した。3試験区全30本を対象として、収穫したナッツを「完熟」「未熟」と分け、数量とその総重量を毎月計測した。平均値について表27を参照また、各樹木の収量については添付資料表50を参照。

表 27 成木：試験区毎の果実平均収量調査

試験区	P-1						P-2						P-3					
	完熟			未熟			完熟			未熟			完熟			未熟		
	状態	個数	重量	個数	重量	個数	重量	個数	重量	個数	重量	個数	重量	個数	重量	個数	重量	
2018年	5月	2.8	25.8	0.4	2.6	4.2	35.4	0.2	0.0	1.0	9.1	0.0	0.0					
	6月	10.4	88.7	2.5	15.7	6.6	56.7	2.9	19.3	12.5	108.8	1.2	7.9					
	7月	16.8	90.7	4.9	15.6	17.4	97.1	5.7	23.2	5.7	33.4	1.6	5.9					
	8月	35.5	320.8	15.8	103.6	22.3	187.0	9.6	48.2	23.9	219.1	10.0	62.6					
	9月	17.8	160.5	14.6	99.6	20.9	172.1	13.1	83.5	37.3	390.4	24.0	155.6					
	10月	47.8	440.0	13.6	93.4	49.2	438.2	12.3	91.7	40.2	362.9	8.1	61.1					
	11月	47.6	439.4	13.6	93.5	49.2	397.7	12.3	85.3	40.2	362.9	8.2	61.1					
	12月	63.0	482.8	4.6	27.6	111.2	979.4	7.3	45.5	67.5	578.2	5.7	40.0					
	2019年	1月	58.8	506.7	16.2	150.2	54.6	409.9	15.9	146.5	42.1	342.8	14.7	135.8				
		2月	40.6	319.4	2.8	19.2	53.1	409.8	0.0	0.0	48.2	376.6	0.0	0.0				
		3月	39.3	305.0	3.0	30.1	38.0	284.5	1.6	13.4	36.7	286.6	1.2	15.8				
		4月	19.5	157.6	3.4	11.1	14.6	114.9	3.6	18.5	22.4	164.1	4.5	16.2				
5月		13.7	127.8	2.1	13.2	14.8	123.2	0.0	0.0	10.0	48.9	1.5	5.7					
6月		7.1	44.5	0.8	1.9	11.3	60.1	3.2	11.1	14.6	105.6	4.0	13.2					
7月		22.6	150.3	2.1	6.0	16.7	94.3	3.0	10.9	20.8	135.3	3.1	14.6					
8月		29.9	243.5	4.4	25.4	17.3	135.6	9.5	61.8	15.9	130.2	5.4	34.7					
9月		39.3	307.2	12.6	105.5	47.1	380.6	8.2	58.6	47.8	404.6	10.7	68.8					
10月		46.9	424.3	20.5	132.7	49.7	463.9	25.5	160.3	61.3	572.6	19.5	111.9					
11月		66.2	580.2	14.2	52.8	93.4	820.6	18.0	75.4	77.4	670.8	23.5	142.2					
12月		91.8	830.5	16.9	73.1	93.0	819.3	18.4	93.0	91.7	873.1	21.8	108.5					
2020年	1月	54.0	434.8	14.2	117.4	52.9	405.9	14.7	135.8	72.8	606.9	15.2	105.8					
	2月	104.0	967.5	23.0	80.9	107.0	923.8	20.0	25.6	94.2	796.8	17.4	50.0					
	3月	48.9	391.9	22.3	103.1	49.3	453.7	28.3	73.0	63.0	625.5	20.8	81.1					
	4月	37.3	390.0	24.0	155.6	46.3	440.5	13.0	93.7	49.2	439.5	17.0	97.6					
	5月	18.5	158.9	14.9	94.1	23.3	172.2	25.6	16.0	67.0	625.8	20.3	103.6					
	6月	8.4	681.2	17.9	69.2	75.9	725.0	26.0	79.8	75.5	619.7	22.6	150.3					
	7月	18.8	166.2	13.6	95.2	37.3	370.0	24.8	117.6	49.3	421.4	12.4	64.7					
	8月	46.9	430.3	18.9	84.6	48.9	456.9	20.2	99.0	62.1	561.9	25.5	137.6					
	9月	65.8	636.4	23.4	40.0	94.2	786.8	21.1	35.5	108.0	954.1	36.3	54.0					
	10月	100.8	747.0	51.8	344.7	152.4	1192.6	81.0	448.0	164.8	1315.1	87.6	458.0					
	11月	97.3	809.5	25.2	138.0	16.7	1296.7	40.7	184.5	168.1	1256.9	36.3	126.8					
	12月	52.6	475.5	26.9	103.5	53.9	491.2	26.1	173.9	64.4	607.1	28.2	62.9					
2021年	1月	39.3	304.9	3.0	29.3	35.0	284.4	1.6	13.4	37.0	296.6	1.2	16.7					
	2月	48.2	383.5	14.7	129.1	35.0	351.8	10.0	55.9	53.1	417.7	16.0	93.0					
	3月	106.0	889.2	22.8	80.2	94.1	794.5	19.9	24.5	110.2	878.0	15.8	44.6					
	4月	56.8	497.1	20.5	47.4	69.0	535.0	13.4	21.9	62.8	459.1	22.5	65.6					
	5月	36.4	284.2	15.7	148.3	58.8	503.3	11.1	46.0	54.6	413.2	8.6	31.7					
	6月	72.2	581.5	26.7	76.4	58.0	490.6	15.3	16.6	55.5	400.9	13.5	26.9					
	7月	59.5	453.5	15.6	115.2	68.4	557.9	17.4	96.9	104.5	859.8	16.1	40.0					
	8月	59.3	507.2	17.5	122.7	54.6	426.0	16.9	50.8	78.6	640.3	9.8	39.7					
	9月	52.9	405.9	13.8	117.5	54.6	433.9	15.2	106.6	72.8	606.7	14.7	130.6					
	10月	46.9	856.9	20.5	133.7	49.7	463.9	25.5	160.3	61.3	56.7	18.9	111.4					
	11月	54.3	380.0	14.1	123.4	52.9	385.1	14.7	131.3	73.0	608.7	15.2	93.1					
	12月	51.2	558.4	22.8	129.3	98.7	782.4	22.0	121.9	115.7	970.7	36.0	183.5					
2022年	1月	71.9	607.5	17.1	94.3	59.5	443.4	15.6	109.6	104.5	861.0	16.1	69.5					
	2月	77.2	645.2	16.9	68.3	75.4	601.3	22.5	72.1	84.0	740.0	27.4	71.1					
	3月	72.7	626.0	22.8	57.0	98.0	846.7	21.3	42.9	106.5	879.5	36.3	53.1					
	4月	66.8	559.4	20.6	66.5	96.9	782.5	24.2	51.6	107.2	897.1	21.7	57.8					
計		2342.3	20875.3	730.2	4037.5	2601.3	22878.4	778.4	3651.1	3036.9	24992.8	798.1	3682.3					
1個当たり重量		8.9		5.5		8.8		4.7		8.2		4.6						

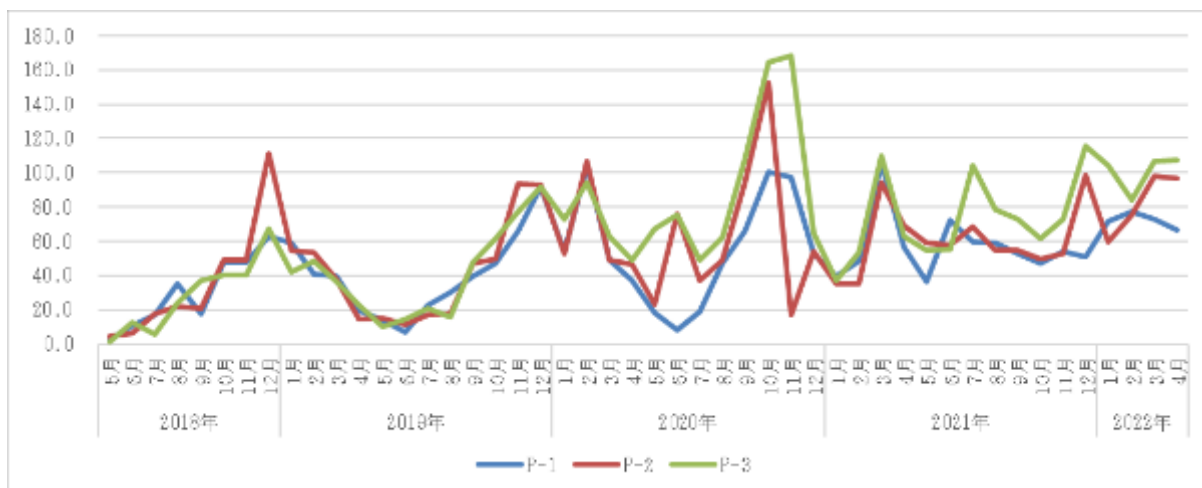
出所：提案法人作成

マカダミアナッツは自然に落下した果実を収穫するが、未熟で落下した果実は製品として出荷できないものが多く、完熟で落下するものの割合を大きくすることが、生産効率上昇につながる。未熟で落果してしまう原因は生理落下(発育停止、栄養の不調和、交配不良)、害虫及び病気などがある。主な原因として考えられる生理落下について、これまで現地で実施されていなかった農園管理技術である整枝・剪定を実施する試験区を設け、整枝・剪定を実施し、枝が込み合わなくなることで、昆虫類の授粉活動を盛んにし、採光・通風を良くすることが出来、完熟で落下する果実の割合を大きくすることが可能となった。

表 27に示したとおり、試験区P-3の未熟で落下した果実の個数は他試験区と比較し、最も小さい数値となった。AMFが病虫害抵抗性及び環境ストレス耐性を樹木へ与え、未

熟での落果を防いでいると考えられる。また完熟で落果した収量のこれまでの合計は試験区P-3が最も多い結果となり、P-1区より1樹当たり月平均4kg収量が多く、整枝・剪定とパートナー植物の効果が見られ、栽培経営上重要なポイントを押さえる結果となった。

表 28 成木：試験区毎の月別成熟果実平均個数グラフ



出所：提案法人作成

整枝・剪定作業を実施したため、記録開始時点では一時的に収量が下がっていた試験区P-2とP-3について、その収量が回復し、試験区P-1を上回る収量を得ている。また、表 28のとおり、収穫期としては11～1月にピークを迎え、その後収量を落としていることがわかる。試験区P-3はP-1の収量を上回っており、整枝・剪定とパートナー植物植栽により、無管理であった成木が適切な管理により回復したことを示している。ルワンダ国内の多くの成木が試験区P-1同様の状態であるため、農園管理技術を広めることで収量改善に貢献することが出来る。

#### 活動 1-6-4 成木：果実収量調査

成木園にて果実収量調査を実施した。2018年5月～2022年4月まで3試験区全30本を対象として、収穫したナッツを「完熟」「未熟」と分け、数量とその総重量を毎月計測した。

表 29 成木：果実収量調査結果(総個数と総重量)

試験区 状態	P-1				P-2				P-3			
	完熟		未熟		完熟		未熟		完熟		未熟	
収穫年月	個数	重量(g)	個数	重量(g)	個数	重量(g)	個数	重量(g)	個数	重量(g)	個数	重量(g)
計	23,423	208,753	7,302	40,375	26,013	228,784	7,784	36,511	30,369	249,928	7,981	36,823
未熟果実割合 未熟個数/試験区総個数	24%				23%				21%			

出所：提案法人作成

結果、同技術を用いた試験区P-3はP-1と比較すると総重量で41kg多く収穫することに成功した。また試験区毎に未熟果実が試験区総収穫個数に占める割合は試験区P-1が24%、P-2区が23%、P-3区が21%となり、同技術を用いたP-3区で最も未熟落果を防ぐことが出

来た。

#### 活動1-6-5 成木：果実品質分析

圃場にて採取した果実(ナッツ)の品質を分析した。

表 30 成木：果実の糖含量調査

試験区/Brix値	P-1	P-2	P-3
	10.5 ± 0.5 <sup>Z)</sup>	14.5 ± 0.5	15.0 ± 1.0

Z) 平均値±標準誤差(n=2)

出所：提案法人作成

収穫された果実を各試験区10個用意し切削した。混合削り片1gに蒸留水10mlを加えた後、ホモジナイズし、ろ紙No. 2でろ過した。その後、当該ろ液の可溶性固形物(糖度)をアタゴポケット糖度計PAL-1で測定した。そして、得られたBrix(ブリックス)値を10倍して、マカダミアナッツの糖度とした。

結果、同技術を用いた試験区P-3の糖含量は他区と比較すると高くなり、糖分を多く含む良質な果実を得ることが出来た。Brix値の差はAMFの菌糸ネットワークによる働きだけでなく、整枝・剪定作業を実施したことにより日射量が増加したことで、試験区P-2についても糖含量が増加し、質の高い果実の結実に結び付いたと考えられる。

#### 活動1-6-6 成木：果実オイルの収量調査

成木園にて採取した果実(ナッツ)を用いて搾油、試験区毎の果実オイルの収量を調査した。

表 31 成木：果実オイルの収量調査

試験区		300 gの果実数(個)	殻を外したときの重量(g)	搾油量(ml)
成木園	P-1	35.3	64.7	27.3
	P-2	32.3	70.3	27.0
	P-3	31.0	73.1	37.0

出所：提案法人作成

各試験区にて代表的な果実(殻付き)を約1kg選び、それを約300gずつに分け(3反復)果実数を計測。果実の水分値は、収穫直後は約29%程度で、棚に置き自然乾燥で約5%にまで落とした後、温風乾燥で2%以下にし、脱殻を実施の上、重量を計測した。その後搾油機にて搾油し、搾油量を計測、各試験区の平均値を表した。

果実数は少ない方が優良であり、脱殻後重量は重い方が優良、搾油量は多い方が優良である。同技術を用いた試験区P-3の果実数・脱殻後重量・搾油量共に他区と比較すると良好という結果になった。長年手入れされていなかった樹について同技術を用いることで、オイルを十分に含む味の良い果実を収穫することが可能になると証明出来た。

#### 活動1-6-7 成木：果実オイルの品質分析

「活動1-6-6 成木：果実オイルの収量調査」で搾油したオイルについて高速液

体クロマトグラフを使用して、品質分析を実施した。

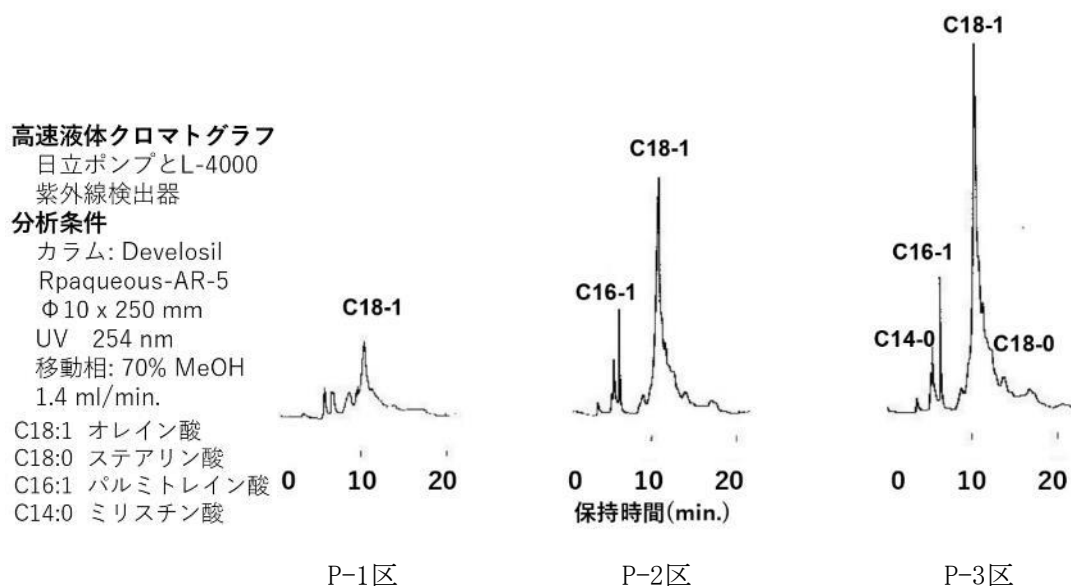


図 14 高速液体クロマトグラフによるオイルの分析結果

出所：提案法人作成

表 32 成木：果実オイルの品質分析

試験区	サンプル番号	μl/ml オイル			ml/300gナッツ		
		オレイン酸	パルミトレイン酸	ステアリン酸	オレイン酸	パルミトレイン酸	ステアリン酸
P-1	0-43	117.8	112.6	118.5	2.59	2.48	2.61
	0-44	110.1	30.4	177.8	3.08	0.85	4.98
	0-45	137.4	128.4	59.3	4.40	4.11	1.90
	n				3	3	3
	mean				3.36	2.48	3.16
	s. e.				0.54	0.94	0.93
P-2	0-46	245.2	157.5	88.9	5.64	3.62	2.04
	0-47	392.7	172.8	88.9	10.21	4.49	2.31
	0-48	414.1	143.2	118.5	13.25	4.58	3.79
	n				3	3	3
	mean				9.70	4.23	2.72
	s. e.				2.21	0.31	0.54
P-3	0-49	811.7	188.7	118.5	33.28	7.74	4.86
	0-50	493.1	156.2	59.3	19.72	6.25	2.37
	0-51	387.2	135.0	59.3	11.62	4.05	1.78
	n				3	3	3
	mean				21.54	6.01	3.00
	s. e.				6.32	1.07	0.94

成木園ではオイルの品質を左右するオレイン酸やパルミトレイン酸が同技術を用いたP-3区で非常に増加しており、AMFの働きを生かすことでオイルの品質向上を図ることが出来ることが確認出来た。次いで、P-2区であり、慣行区であるP-1区のオイルは量的に

は他の区と比べて差異は認められなかったが、オレイン酸などの良質な不飽和脂肪酸含量が少なかった。

活動1-7：活動1-5及び活動1-6における分析結果を基に、関係会社RNUT社とともに現地農園に最適な有機肥料と有益微生物資材の開発・生産を行う。（原材料は現地調達を基本とする）

#### **活動1-7-1 有機肥料の開発**

現地の牛糞を使用し、下記2種類の有機肥料を開発した。

1種類目は牛糞を主とした有機肥料で、牛糞、パートナー細菌、水を混ぜ合わせ、発酵させる。温度が下がったら切返しを行い、約2カ月かけて完成させる。この有機肥料を1本当たり1年に2回、各12.5kg、計25kgを施用した。

2種類目は緑肥を主とした有機肥料で、圃場からの雑草、牛糞、パートナー細菌、水を混ぜ合わせ、コンポストで発酵させる。温度が下がったら切返しを行い、約3カ月かけて完成させる。容易に作製できるため、普及しやすいと考えている。「活動2-1-2 有機農業技術指導 コンポストの設置」を参照。

2017年10月の第5回現地調査時に調査団研究開発担当が中心となって、別の有機肥料の開発を行った。有機栽培を行うに当たって肥料分は牛糞が主になってくるが、ルワンダ内で入手可能な他の有機残渣が利用できるか検討した。

精米所での残渣として籾殻や米糠があるが、米糠は家畜の餌として販売しており競合してしまう。籾殻は圧縮して家庭用燃料として利用を勧めているとのことだった。ダイズ油の工場では絞り粕としてきな粉様の残渣が出ていたがこれも家畜に利用されていた。バナナワイン工場ではバナナの皮が大量に排出されており土に戻す以外に活用されており候補として検討した。コーヒー豆のウォッシングステーションでの残渣はコーヒーチェリーの果肉で、発酵後肥料として圃場へ散布しているとのことだった。

成果としてバナナ生産者は農薬や化成肥料を使用していない農家がほとんどであり、バナナワイン原料のバナナ生産者にその旨を確認することで、トレースが必要な有機認証に使用できる残渣が得られると考えられる。またRNUT社工場から脱殻時に排出されるマカダミアナッツのハスク(外皮)や加工の工程で排出される破砕ナッツも使用し、後述「活動1-7-2 有機肥料の生産」にて生産試験を実施することとした。

#### **活動1-7-2 有機肥料の生産**

現地の牛糞を使用し、前述2種類の有機肥料を圃場内にて生産した。降雨があると分量を変える、切返しをまんべんなく行う等、作業には注意が必要であるが、問題なく生産出来た。

また、「活動1-7-1 有機肥料の開発」で述べたバナナの皮とマカダミアナッツのハスクを使用し、堆肥化を試みた。1つはバナナ堆肥として牛糞とバナナ残渣を



層にした。もう1つはナッツ堆肥として牛糞とハスクを層にしてハスクの間に破碎ナッツを薄く挟んだ。バナナ残渣とハスクにはパートナー細菌を散布して発酵を促した。温度を計り、温度が下がったら切返しを行い、堆肥化させた。バナナ堆肥については4か月で完成し、ナッツ堆肥については8か月掛かった。このため、ナッツ堆肥については農家への導入が厳しいと判断した。一方、バナナ堆肥については比較的容易なので、普及の可能性があるため、農園作業員へ作製方法を指導した。

#### <成果2に係る活動>

活動2-1：圃場運営管理のために農民を雇用し、RNUT社と協働して従事する者に対して有機農業技術及び農園管理技術の研修を行い、その有用性・優位性を確認する。

##### 活動2-1-1 農民の雇用

RNUT社が中心となり、西部・東部圃場で働く農民を雇用した。

##### 活動2-1-2 有機農業技術指導

RNUT社と協働して、農園作業に従事する者に対して、下記有機農業技術指導を実施した。

- ・有機肥料の施肥量や方法の指導
- ・パートナー細菌の接種方法指導
- ・有機農業に適した植物保護剤や防除溶液を使用した害虫防除方法
- ・パートナー植物を用いた草生栽培指導
- ・AMFの働きと使い方の指導

#### ア) 農園作業に従事する者に対する有機農業講義

両圃場にて農園作業に従事する者に対する有機農業講義を実施した。積極的に参加する者が多く、質問も途絶えること無く相次ぎ、講義の機会を増やして欲しいというリクエストが多くあったものの、事業期間後半にCOVID-19の影響で渡航見合わせが続いたため十分な回数の講義を実施出来なかった。しかし、後述の知識レベル測定では良い結果が得られたため、講義を含む研修の有用性を確認出来た。

##### 第1回有機農業講義

対象：西部圃場 2018年2月21日 18人、東部圃場 2018年2月20日 20人

- 内容：1. 有機農業とは  
2. なぜ有機農業で生産するのか  
3. 土壌中のAMFの働きについて

##### 第2回有機農業講義

対象：東部圃場 2018年9月27日 20人

- 内容：1. 有益微生物の働き  
2. 有機農産物の生産と販売  
3. 栽培技術の向上について

イ) 農園作業に従事する者の有機農業技術及び農園管理技術知識レベル測定

農園作業に従事する者を対象に有機農業技術、農園管理技術について知識レベル測定を実施した。事業初年度と最終年度に同じ設問を用いて調査を行い、目標として2年以上農園作業に従事した者の70%が同調査で80点以上を取ることが可能となるよう、各種指導・トレーニングを行ったが、事業期間後半にはCOVID-19の影響で渡航見合わせが続いたため十分なトレーニングを実施出来ず、80点以上取得出来たのは1名のみであった。しかし、平均得点が西部圃場では20点上昇、東部圃場では30点上昇したため、有機農業技術及び農園管理技術を用いたマカダミアナッツの栽培に関する研修の有用性・優位性を示すことが出来た。

(a) 調査対象

西部圃場44名、東部圃場34名

(b) 調査時期

1回目：2017年10～12月

2回目：2022年1～2月

(c) 調査方法

調査団及びRNUT社管理の元、現地再委託先である農園管理者がキニアルワンダ語への翻訳を行い面談形式で実施した。

(d) 調査項目

有機農業技術、農園管理技術に関する設問。

有機農業技術8問、農園管理技術12問の計20問。

各設問を5段階で評価し100点満点。

添付資料、図20参照。

(e) 対象者の属性

西部圃場 男性41名、女性3名、最年少20歳、最高齢58歳、平均年齢36.6歳。

東部圃場 男性30名、女性3名、最年少27歳、最高齢49歳、平均年齢38.6歳。

(f) 調査結果

得点結果は下記のとおり。

**【西部圃場】**

1回目：平均33.6点、最高点47点 最低点27点。

2回目：平均53.1点、最高点70点 最低点40点。

**【東部圃場】**

1回目：平均35.2点、最高点44点 最低点25点。

2回目：平均65.0点、最高点81点 最低点42点。

(g) まとめ

農園管理技術については理解が進んだものの、有機農業技術、特に微生物の働きについては初めて学習する者が多く、存在自体を説明することに苦戦した。剪定方法や施肥方法、害虫防除方法は自宅の畑にも導入出来ると積極的にトレーニ

ングに従事する作業者が多かった。積極的に学ぼうとする作業者は調査団の渡航の度に質問を繰り返し、学習することで40点以上得点を伸ばした。

#### ウ) 定植時施肥

現地の土壌の状況を確認し、苗木の定植時に有機肥料として、1苗につき牛糞25kgを土壌と混和して施肥するよう指導した。幹周辺ではなく樹幹外周部に施肥することが重要である旨指導をした。

#### エ) コンポストの設置

圃場から出る刈り取った雑草等を堆肥化するためのコンポストの設置の提案をした。折角コンポストを設置しても未発酵となることもあるため、コンポストの作り方及び使い方を指導した。圃場からの雑草、牛糞、15倍に希釈したパートナー細菌、水を混ぜ合わせ、コンポストで発酵させる。温度が下がったら切返しを行い、約3カ月かけて完成させる。近隣で栽培されているプランテイン(バナナ)の不要となった葉を被せるようにすると発酵が進み、容易に堆肥化でき、ゴミの発生を防ぐことが可能となる。刈り取った雑草を再利用することに魅力を感じる農園作業員は多く、手触りで温度と臭いを確認し使用タイミングの判断を行うことの出来る農園作業員が増加した。参照「活動1-7-1 有機肥料の開発」。

#### オ) 耕種的防除法

Cultural pest control(耕種的防除法：病虫害の防除を農薬に頼らず、土壌改良、耕起、被害残渣の除去、圃場衛生、栽培環境適正化などの栽培方法の改善により防除を行う農業耕作方法)の指導を行った。過剰の灌水を制限し、適切な散水方法(一般に、根への灌水)で病虫害の発生を少なくすることも重要である。更にパートナー細菌を定期的に散布して、病虫害防除を行うとともに、圃場の衛生管理を徹底した。

被害残渣の除去について、細菌由来による枯死が発生した場所では、植え替え後も再発する可能性が大なので、樹の抜根後、その堀穴で焚火をし、被害樹を焼却するとともに、焼土消毒する。その後、パートナー細菌2~3Lを堀穴と周辺土壌に流し込み、パートナー細菌で発酵させた堆肥を用いて、樹を再植するよう具体的に指導した。

圃場衛生として、ハード面では水場、トイレ、手洗い場、休憩所、ゴミ箱を設置し、病虫害の発生源を限定した。ソフト面では、圃場でのゴミゼロ化を推進し、当初は圃場に落ちたゴミを指摘され慌てて拾う姿が見られたが、現在ではゴミの落ちていない衛生的な圃場となっている。ペットボトル等といったゴミが圃場に落ちていることで、そこに水が溜まり害虫の発生源となることがあるため、説明を重ね衛生的な圃場の維持に努めている。農園作業員の理解が進み行動が伴って、圃場の訪問者からは美しく整った農園であると良い評価を受けている。

#### カ) 農園管理業務再委託先への指導

農園管理業務の再委託先に同技術の根幹となるAMFの働きについての講義、AMF採取後のサンプル作成方法、観察方法の指導、各機材(顕微鏡、顕微鏡用カメラ、土壤水分計、土壤硬度計、モーター付噴霧器、pH計、EC計、葉緑素計、捕虫器)の使用方法について指導を行った。

#### キ) *Phytophthora*菌対策

2017年12月*Phytophthora*菌という糸状菌の一つで、土壤伝染や水伝染で被害が広がる病気が両圃場にて発生。土壤感染の場合には根が枯死し、やがて樹全体が枯死する。

*Phytophthora*菌対策として、下記表 33のとおり各試験区に適した方法で対処するよう指導した。

表 33 *Phytophthora*菌試験区毎の対処方法

試験区	対処方法
A-1、B-1	木灰を施用(100ml程度)。幹被害部位へ植物保護剤を塗布した上でガムテープを巻く、葉にはパートナー細菌を定期的に散布する。
A-2、B-2	木灰を施用(100ml程度)。葉にはパートナー細菌を定期的に散布する。
C	木灰を施用(100ml程度)。
D	何も施用せず、観察を続ける。
E	過リン酸石灰肥料(10g程度)を施用。

出所：提案法人作成

前述対処を指示した上で、2018年2月の第6回現地調査時、西部圃場にて上部の葉より乾燥が始まっていた被害の大きい5本について、幹への乾燥は確認されなかったもので、回復の可能性があるとして経過観察をしていたところ別の2本と合わせ、翌月計7本(試験区A-1 5本及びB-1 2本)が枯死してしまった。

枯死の原因は2つ考えられる。1つは*Phytophthora*菌対策として実施した植物保護剤の過剰塗布、2つ目はルーティンとして実施している有機液肥の窒素量が濃すぎる状態で散布した可能性があることである。植物保護剤については薄く塗布するよう指導した。有機液肥については希釈濃度を変更し、施肥の際には必ずそのEC値を測定し60-120  $\mu$  S/cmの範囲で使用するよう指導した。

2018年4月以降、感染した樹木について、植物保護剤を塗布しガムテープを貼る処置をした後2カ月経ち且つタンニン形成など回復の兆しが見られた樹木については、ガムテープを剥がす処置を実施した。回復した樹も着果を開始し、対処指導が正しかったことを証明出来た。

#### ク) 施肥量計算

スポット的に土壤が酸性に傾いてしまい、葉色に変化してしまった幼木に対しては灰を施用するよう指導した。また酸性土壤を目標のpH値にするため施用する灰の量の計算方法を教授した。

#### ケ) 有機液肥

現地最適化した有機液肥の開発と同時に対象試験区へ施肥を実施したところ、黄色く変色していた葉が緑色に変化し、新梢を付け始める等の効果を確認した。有機液肥はパートナー細菌、水及び堆肥を混ぜ作製するが、葉が黄色く変色する等、カリウム及びマグネシウム欠乏の兆候が出た場合は灰も混合すると良好となる結果が得られた。

### 活動 2-1-3 農園管理技術指導

RNUT社と協働して、農園作業に従事する者に対して、マカダミアナッツ幼木及び成木の扱い方と植え方、樹木の剪定、除草、散水量とタイミング、病虫害防除対策等、季節毎に注意すべき事項を指導した。

#### ア) マルチング

定植後の苗木に対して、乾燥を防ぐためのマルチングをするよう指導した。圃場内の雑草を刈り取った上で樹冠内のマルチ資材として活用することを指導した。マルチを樹の根元に施すことで、土壌水分の蒸散を抑える効果や土壌温度変化が緩やかになる効果があり、作物に良好な環境を作ることが出来る。マルチ資材として日本をはじめとした先進国では黒いビニール製のマルチフィルムを使用することが一般的であるが、ルワンダは環境美化政策の一環で、一部医療等に使われるものを除き、ビニールの製造・輸入・販売が禁止されているため、圃場では栽培環境適正化として圃場から出た雑草の枯草を用いてマルチを施している。農園作業員もマルチングの効果を実感することが出来た。

#### イ) 農園周囲環境整備

成木園にて隣の土地所有者が管理するユーカリの樹の根がマカダミアナッツの樹に到達し、生育に害を与える影響があるため、成木園の大農オーナーに説明し、隣の土地所有者と協議を実施、ユーカリの樹とマカダミアナッツの樹の間に溝(幅約0.5m、深さ約1m)を掘り、影響を少なくする手段を取った。植栽の際に十分な場所を確保することが肝要であるが、万が一接触が発生する状況となった場合は溝を掘ることが有効な手段であることが分かった。

#### ウ) 不足養分への対応

現地調査を経て、現地農民の意識として養分の溶出や土壌の劣化に対する防止策(例えばナッツ収穫後に有機物を補給させる等)に関する知識が少ないことが判明した。

以下表 34不足養分対応表は樹木や葉の変化によって植物自体が訴えている養分不足を農民がいち早く変化に気づき、対応策を取れるよう、第2回現地調査にて作成した表である。

表 34 不足養分対応表

樹木の変化	不足している養分	指導
下部が緑色、上部が黄色	カルシウム	灰を施用する
下部が黄色、上部が緑色	カリウム	木灰や有機液肥を施用する
葉脈は緑色だが、他が黄色	マグネシウム	グリーンロックパウダー(緑岩を粉砕したもの)や木灰を施肥する
葉が小さく緑色	リン	有機液肥を施用する。ただし、菌根形成が良好なところは問題がない
樹木全体が黄色になる	窒素	有機液肥を施肥する

出所：提案法人作成

#### エ) 灌水量

ルワンダの季節は大きく下記四つの順に移り変わる。

季節	月
大雨季	3月中旬～5月中旬
大乾季	5月中旬～10月中旬
小雨季	10月中旬～12月中旬
小乾季	12月中旬～3月中旬

出所：提案法人作成

そのため、季節に応じた対応が必要となってくる。一時期大雨季から大乾季へ気候が移行し、灌水量の調節が難しい状況に陥った。一律量を灌水するのではなく、土質や土壤乾燥の程度から判断する方法を指導した。また葉の萎れが激しい時は葉からの散水も実施するよう指導した。農園作業員は葉からの散水については全く知らなかったが、植物は葉からも水分を吸収すること、散水によって湿度調整をすることで樹全体の乾燥を防止出来る旨を伝えると納得していた。

#### オ) 整枝と剪定作業

整枝と剪定の目的は

- (a) 枝や葉の生長と、実の成る数を調整し毎年収量を上げられるようにする。
  - (b) 樹全体に日射が十分いきわたるように枝を配置して、品質のそろった優良な実を成らせる。
  - (c) 施肥や収穫・摘果などの作業性を良くする。
- にまとめられる。

整枝指導として、サイザル紐を用いて3本の枝を約120度の角度に広げて固定する作業のデモンストレーションを実施した。整枝のタイミングとしては、新梢が30cm以上で曲げようとしても折れにくい強さになった時(充実した時)である。それ以前に行ってしまうと折れてしまう可能性があるため、タイミングの見極めが重要である。第5回現地調査時に確認したところ、曲げるポイントを最初に曲げたポイントから樹木の生長に従ってずらすべきところ、以前のままの曲げるポイントを維持しており、樹木

を観察し、生長に合わせて曲げるポイントをずらすべきである旨、指導した。

剪定作業として、マカダミアナッツ等の果樹は、「主幹形」と呼ばれる主となる枝が1本のピラミッド形ではなく、「開心自然形」と呼ばれる主幹を短くし、3本から数本の主枝に分ける方法が良いとされる。年数が経つと「主幹形」下部の枝は日当たりが悪くなり、花芽がつきにくくなってしまうからである。そのため、早い段階からこの「開心自然形」を意識した剪定を行うよう指導した。

摘芯作業として、幼木が1m近くになると摘芯を実施するよう指導した。植物には「頂芽優勢」すなわち植物の茎の先端にある頂芽の生長が、側芽(腋芽)の生長よりも優先される性質がある。放っておくと、優先的な茎だけが伸びてしまい、茎の生長に養分を使うため、その先にしか花芽をつけなくなってしまう。幼木のうちに摘芯を繰り返すことで、縦ではなく横への生長を促し、丈がコンパクトになり、側芽が発達してたくさん花芽がつく、実の収穫量が増えるといった効果が期待できる。

当初は農園作業員の一部に限って剪定作業及び摘芯作業を指導していたが、指導の要望が多く現在半数以上の農園作業員が剪定作業及び摘芯作業の実施が可能となった。コツを掴んで上達する者がいる一方、上達が見られない者も存在し、剪定作業及び摘芯作業のリーダーを指定し、お互いの作業に立ち会い、作業を見てコツを覚えることで経験を積むことが出来た。

#### カ) 水盤灌漑

西部圃場にて、樹の幹元に土で作っている水盤灌漑(ウォーターキャッチメント)の設置方法に誤りがあったので、指導した。斜面で栽培しており、山側に小さな堤防を作っていたが、むしろ谷側に作り水を樹の根幹に貯めるようにすべきであるとした。農園作業員も理解し、雨水を貯めるためにはどうすれば良いかを考え、雨季の前に水盤整備を実施した。

#### キ) 防風林

西部・東部圃場ともに強風による被害が出る恐れがあるので、防風用としてシルキーオークとカスアリーナの苗木を準備した。カスアリーナは防風用としては多く用いられないが、カスアリーナの樹の根には*Frankia*という放線菌が共生し、窒素を固定する力を持っているため、農園の土壌にとって有益になると考えられる。苗木が定植できる高さにまで生長した時点で、圃場の地形や風向きを考慮の上、定植位置を指導した。

#### ク) 成木園

成木園において施肥をする場所の認識が誤っていたため、指導した。施肥は樹木の幹元ではなく、根の届く場所にすべきである。樹木が養分を吸収する根毛は樹木の枝の先端下に多く集まっているので、施肥の際は枝がどこまで伸びているかを確認し、施肥位置を決めることが大切である。

特に成木園は急な斜面に位置しており、根の張り方も特徴的である。斜面に植栽された樹木は自ら倒れてしまわないよう、斜面の上へ、上へとその根を張り巡らせる習性があるため、斜面下部の根は短く、斜面上へ向かって長く伸びる形になる。施肥については正円形ではなく、楕円形に行うことが必要となる。成木園を管理する大農オーナーに施肥場所を指導し、理解頂いた。

#### ケ) ラベリング

2018年6月に樹木の管理用に全ての樹木にラベル付けを実施した。ラベルには試験区画・樹木番号・各種計測対象樹木であればその旨を記載した。農園作業員もラベルを確認し、作業に従事した。

活動2-2：ルワンダ農業輸出振興機構に所属する農業普及員を対象にAMFの働きと有機農業の重要性についてセミナーを開催し、AMFとマカダミアナッツの有機栽培に関する知識を深める。

##### **活動2-2-1 セミナー準備**

C/Pに所属する農業普及員を対象として、AMFとマカダミアナッツの有機栽培に関する知識を深めるためのAMFの働きと有機農業の重要性を伝えるセミナーを第11回現地調査時に開催すべく協議を続けてきたが、C/PよりCOVID-19の感染防止の観点から大人数の集会は感染拡大の恐れがあるとして、成果報告会という形で実施することになった。

##### **活動2-2-2 C/Pへ農業普及員派遣依頼**

前述のとおり、C/Pと調整した結果、移動による感染防止の観点から地方に配属されている農業普及員の呼び寄せは非実施とした。

##### **活動2-2-3 セミナー開催**

2022年5月13日にC/P内にて成果報告会を実施した。参加者はCommodities Division Managerとテクニカルスタッフ2名。同技術の紹介と本事業で得た成果共有を目的に成果報告会を実施、ルワンダのマカダミアナッツ農家の課題と同技術導入による有効性について説明した。同技術に理解が深まった他、同技術の幅広い活用可能性も追求し、ルワンダの園芸作物の低収量問題解決の一端を担うことを検討された。意見交換ではルワンダでのマカダミアナッツ消費者が限られているため、輸出用農作物としてのマカダミアナッツがまだまだ周知されていないという課題も挙げられた。

##### **活動2-2-4 セミナーのアンケート集計**

C/Pはマカダミアナッツを主要輸出作物とする意向を有し、政府予算から何度もマカダミアナッツ苗を農民に配布するも収量としての結果が出ないという課題に直面していた。成果報告会を経て、同技術導入により適切に管理することで予想よりも収量の差が如実に出ているとデータに関心を寄せてもらった。マカダミアナッツ苗を配布するだけでは栽培振興に繋がらず、適切に管理することこそが重要であると本事業を通じて気付いてもらったことは、今後のルワンダにおけるマカダミアナッツ栽培振興の大きな一歩



になると考えた。

有機マカダミアナッツ栽培について前例が無く、事業当初は大変挑戦的という見方をされていたが、実証することが出来、マカダミアナッツ向けに有機認証助成金等を検討すると共にC/Pの輸出用産品としての有機品目の広がり期待された。

活動2-3：半年に一度ルワンダ農業輸出振興機構に対し2-1、2-2についての進捗状況を共有し、次期以降の同国内における同技術の活用方法につき協議し、必要な対応を確認する。

#### 活動2-3-1 C/Pへの進捗状況の共有と協議

第1回現地調査時にC/PのDiversification and Products development Division Managerと担当官に業務内容及び計画の説明を実施した。第5、6回現地調査時に新担当官であるHorticulture Chain Division Managerへ進捗状況の共有と協議を行った。マカダミアナッツは輸出農作物として非常に価値の高いものであり、一日でも早く有機マカダミアナッツの国内生産を実現したい旨発言があった。第7回現地調査時には相手方都合により面談キャンセルとなってしまったため、2019年1月にRNUT社が担当官と面談し、進捗報告を実施し、業務完了後の物品・機材の譲与について協議した。

2019年6月にC/Pの組織編成が発表され、担当であった部門のHorticulture Divisionが解体され、新設されたEmerging Commodities Division(新興商品部)に吸収されることとなった。本事業の担当部門もEmerging Commodities Divisionとなり、担当官もCommodities Division Managerへ変更となった。Emerging Commodities Divisionはマカダミアナッツをはじめ、コーヒー、紅茶といった輸出用農作物の新規産地形成を促すための部門である。2019年9月の第10回現地調査時に新担当官へ事業説明と進捗報告を実施した。担当官からは、引き続き全面的なサポートを約束すると言及された。COVID-19の感染拡大を受け、渡航が叶わなかった期間は電話とメールで進捗状況の共有を行った。2020年10月にC/PのCEOが交代したため、新CEOと面談を実施。現状、マカダミアナッツに限らず、C/Pが取り扱う農産物の輸出についてはCOVID-19の影響により減少傾向にあるが、このような状況であるからこそ付加価値の高い有機マカダミアナッツの生産を実現したいと考えており、引き続き協力を惜しまない旨発言があった

活動2-4：将来的に東アフリカで有機農業に取り組む人材育成及び新たな有機農業事業創出の中核拠点となる展示圃場「センター・オブ・エクセレンス」を事業終了後に展開すべく、企画及びルワンダ農業輸出振興機構との調整を行う。

#### 活動2-4-1 「センター・オブ・エクセレンス」展開方法と課題の整理

「センター・オブ・エクセレンス」の展開方法について検討した。

展開方法としては現在の両圃場を用いて「センター・オブ・エクセレンス」の場所として提供し、運営はオーガニック・ソリューションズ・ジャパン又はC/Pが行うことが考えられた。課題としては運営母体と運営資金、人員の配置が挙げられた。

事業開始前にMINAGRI前大臣より、事業終了後にはマカダミアナッツの「センター・オブ・エクセレンス」を作りたいとの発言があり、展開を検討していたが、2016年10月に大臣が変わったため、方針も変更された。例えば、イスラエル国が園芸作物の

「センター・オブ・エクセレンス」として、MINAGRIの所有するキガリ市内の土地に巨大なグリーンハウスを建て、農家が学べる施設を作り、運営をMINAGRIに託した案件があるが、MINAGRIによる運営が円滑に運ばず、現在全く使用されていないという現状がある。このため、C/Pも「センター・オブ・エクセレンス」の展開については懐疑的であり、今回の「センター・オブ・エクセレンス」の実現については困難であるとの結論に至った。

#### 活動2-4-2 「センター・オブ・エクセレンス」についてC/Pと調整

2019年1月にRNUT社がC/P担当官とともに「センター・オブ・エクセレンス」の展開方法について協議した。C/Pからは政府からの運営資金の提供は不可能だが、マカダミアナッツを増産したいため、見本となる圃場の実現は非常に有益であると発言があった。このため、「センター・オブ・エクセレンス」として政府からの運営資金の提供なしに展開することは難しいが、有機マカダミアナッツ生産の成長・発展へ寄与すべく、モデルファームとしてC/P及び政府機関からの見学者を積極的に受け入れ、研修の場として活用する予定である。

#### <成果3に係る活動>

活動3-1：マカダミアナッツの国際的な市場規模や需要予測等について文献調査を中心に、最新の状況を確認・分析する。

##### 活動3-1-1 市場や需要予測の分析

マカダミアナッツの世界の生産量はカーネルベースで2021年66,345t<sup>10</sup>となり、南アフリカが生産量第1位<sup>10</sup>であり、その後にオーストラリア、中国、ケニアと続く。日本はマカダミアナッツの輸入量は第5位<sup>10</sup>であるが、日本国産のマカダミアナッツは存在せず、輸入量は2018年2,773t<sup>11</sup>から2019年3,160t<sup>11</sup>と前年比113%の増加となった。日本国内ではおつまみ、菓子といった用途に幅広く使用されており、今後も需要が続くと予想される。

1kg当たりの価格はマカダミアナッツ：3,820～4,730円と、他のナッツがアーモンド：1,400～2,718円、クルミ：1,650～2,600円、カシューナッツ：2,300～2,560円であることを考慮すると比較的高値で取引されている。国際相場価格の変動で価格が大きく動くこともあるが、マカダミアナッツは引き続き高値で取引されることが予測される。

世界における需要を牽引しているのは中国であり、中流階級人口の増加によりマカダミアナッツの輸入量が2018年の2,780tから2019年は7,016t<sup>10</sup>と2.5倍に上昇している。特に南アフリカ産のマカダミアナッツはこれまで欧州市場を輸出先としていたが、近年生産量の約40%が中国へ輸出されている。また世界最大の生産量を誇る南アフリカのマカダミアナッツ栽培面積は約2万ha<sup>10</sup>であるが、中国国内にて栽培面積を5万haまで拡大する計画が進行している。このことから今後はアジア諸国での中流階級人口の増加により需要が増すと考えられているが、競合となる廉価な中国産マカダミアナッツに市場を

<sup>10</sup> 出所 International Nut and Dried Fruit Council

<sup>11</sup> 出所 日本ナッツ協会

占拠される可能性がある。このため、ルワンダ産のマカダミアナッツ生産については廉価な市場で競わず、価格ではなく品質で顧客に選ばれるマカダミアナッツの生産に取り組むことが今後必要である。

活動3-2：ルワンダ国の政治経済・社会状況にかかるカントリーリスク、為替などの金融リスク、税制や法務等のビジネスリスク、マカダミアナッツの栽培を普及展開していく上でのリスク（自然災害、水の安定供給、糖蜜等微生物資材原料の価格高騰）について調査・分析する。

#### **活動3-2-1 各種リスク調査**

本事業実施前に想定した主要なリスクについて、その発生状況・対応状況・ならびに本事業終了後のビジネス展開にあたっての対応方針を下表に整理した。

表 35 本事業開始時に想定された主なリスクとその発生状況と今後のビジネス展開に向けての対応方針

No.	リスクの種類	顕在化確率	影響度	本事業における対応方法	発生状況	結果/ビジネス展開への示唆
1	<u>工事遅延リスク</u> 整地の遅れ、圃場整備遅延	A	B	図面を事前に入手することで遅延を回避する。	発生	整地作業中に、1名分の遺骨を発見した。区政府から調査団が派遣され現場と遺骨の確認が実施された。ルワンダの歴史上、頻繁に発生する事とのことで、調査団により遺骨は撤去され、調査は完了、整地作業に戻ることが出来た。 想定していた以上に枯れ木の木株や巨岩が多くあり、作業工数が多く掛かるとともに運び出すトラック運搬回数も増え、現地工事費として整地・定植費の見積額より多額の金額及び時間が掛かった。用地として相応しいか精査を入念に行うこととする。
2	<u>不可抗力リスク</u> 地震、水害、火災等の災害の発生	C	B	圃場は丘陵地に位置し土壌流亡が発生し易い。ウォーターキャッチメントの上部にバヒアグラスを定植しマカダミアナッツへの影響を軽減する。	発生	COVID-19の感染拡大により渡航見合わせが続いた。ルワンダからのマカダミアナッツの輸出も一時ストップした。感染症という新たな不可抗力に備え、ビジネス継続計画を策定することで対応する。
3	<u>事故発生リスク</u> 作業員の傷病や事故	C	C	トレーニングや安全作業管理を徹底し、事故の発生リスクの低減に努める。	一部発生	数名がCOVID-19に感染したが、判明してすぐに隔離に入り、集団感染を免れた。圃場では手洗い場所の整備を行い、ソーシャルディスタンスやマスク着用等の項目を书面化し、農園作業員に配布、内容を承知した旨、署名を受けるようにする。
4	<u>近隣対応リスク</u> 近隣住民等からの苦情	C	D	地方政府へブリーフィングを実施した。	発生せず	本リスクは普及・実証事業期間中に発生しなかった。
5	<u>物価変動リスク</u> 物価の変動による圃場運	D	C	定期的に財務計画をチェックし、コストオー	一部発生	事業後半で堆肥、現地再委託先（農園管理業務）、国内調達資材の価格上昇が発生した。コスト上昇分

	営費の増大			バーランの発生を回避する。		を卸価格に転嫁するまで時間を要するため、長期財務計画を立案する。
6	<u>現地C/Pの方針転換リスク</u> マカダミアナッツ栽培推奨の取り止め	E	A	現地政府側ニーズに合致した事業であり、方針転換リスクは低い。定期的な関係者との協議により、情報共有を図る。	発生せず	C/PのCEO交代があったものの、マカダミアナッツ栽培振興の方針は変わらず、より一層の生産普及と輸出量増大を図る「100万本のマカダミアナッツプロジェクト」が発表された。
7	<u>知的財産権の不当利用リスク</u> AMFの接種及び増殖技術の盗用	B	B	重要なノウハウ部分の情報開示を可能な限り控える。	発生せず	本リスクは普及・実証事業期間中に発生しなかった。
8	<u>為替リスク</u> 為替の変動による圃場運営費の増大	A	B	為替を逐次確認し、大きな変動があった場合は対策を練る。	発生	契約時2016年10月1米ドル100.6円が事業完了時2022年7月は136.38円と大幅に円安となった。予備費を準備していたため対応が出来た。

※顕在化確率及び影響度はA（最大）～E（最小）の5段階で設定

出所：提案法人作成

## その他のリスク

### ア) 税率

ルワンダの法人税率は30%である。IT登録をしている投資家には、従業員数、製品及び利益などに応じた税制の優遇措置も設けている。従業員を雇用した場合、社会保障局(Rwanda Social Security Board : RSSB)へ年金として給与の8.6%(内訳は8%が年金及び0.6%が産休保険料)を社会保険として支払う必要がある。また従業員の給与所得税は、30,000ルワンダフラン(約3,800円)までは免税、30,001～100,000ルワンダフラン(約3,801～12,600円)までは給与の20%、100,001ルワンダフラン(約12,601円)以上が給与30%の額を税務署(Rwanda Revenue Authority。以下、「RRA」)へ支払うこととなっている。

また、農業関連企業への優遇処置として、認定を受けた農業関連企業が輸入する農業関連資材の減税措置を受けることが可能である。

### イ) 原材料確保

現在、C/Pは脱殻前のマカダミアナッツの国外持ち出しを禁止しているが、これが徹底されておらず、仲買人が国外へ持ち出す行為が多発し、平時においては農家からの買い取り価格は上昇傾向にある。RNUT社やオーガニック・ソリューションズ・ジャパンはこれら原材料の価格上昇分を販売価格へ転嫁することが難しく、利幅が小さくなっている。市場動向を見ながら、適正価格での販売を目指すとともにC/Pへ公正な取引が可能となるよう、引き続き働きかけを行う。

活動3-3: 収穫したマカダミアナッツを用いてテストマーケティングを行い、市場に流通させるための条件等について調査・分析する。

#### **活動3-3-1 ナッツの収穫**

2020年10月以降、一部の試験区にて果実の着果及び落果が始まったため、果実・オイルの分析及びテストマーケティング用として収穫を開始した。適切に保管すべく、圃場内建屋に乾燥棚を設置し、試験区毎に棚を分別し、保管を開始した。

#### **活動3-3-2 ナッツの加工**

RNUT社にてテストマーケティング用ナッツの加工を実施した。

#### **活動3-3-3 テストマーケティング計画立案**

収穫したナッツ約10kgを用いてテストマーケティングを行った。異なるサイズのナッツを少量パックで準備し、商業用サンプルとして航空便で輸送、ユーザーの求めるサイズや品質、有機ナッツのニーズ及び価格の確認を行った。テストマーケティング先はRNUT社と非有機ナッツの取引を行っている米国の顧客である。

#### **活動3-3-4 テストマーケティング実施**

RNUT社にてマカダミアナッツを加工し、取引のある米国のA社にサンプルを輸送し、テストマーケティングを行った。

表 36 テストマーケティング結果

粒の大きさ	16mmサイズ及び16mmサイズより大きめで良い
欠け	欠けが少なく、丸ナッツの割合が通常品より多いため良い
色	クリーム色で良い
味	良味
品質	良い
コメント	未熟と見られるナッツが少し混在している。 有機マカダミアナッツの需要は高く、有機認証を取得出来れば1.2～1.4倍の価格で買取可能。

バイヤーからは上記コメントがあり、十分に市場へ出荷出来る品質であることが証明された。サンプル品として発送したため、利益は発生しなかった。

### 活動3-3-5 テストマーケティング結果の分析

マカダミアナッツは加工工場にて8つの形状(丸ナッツ、欠けあり、割れたもの、角切り、チップ、ビッツ等)に分けられ更に大きさによって仕分けされるが、その時のサイズがL(16mm以上)、M(14-16mm)、S(10-14mm)とあり、同技術を用いたマカダミアナッツは通常品と比較すると粒が大きめであることが分かった。マカダミアナッツは粒が大きく、欠けが無いもの程買取価格が高くなる。また加工中に生じる欠けの発生も少なく、充実した果実であり、味も申し分なく事業開始後の販売計画に沿って販売出来る道筋が出来た。

活動3-4：ルワンダ国においてマカダミアナッツが有機認証された場合にはどの程度付加価値がつくのかを調査・分析する。

#### 活動3-4-1 有機認証制度調査

ルワンダにおいて独自の有機認証制度はなく、輸出先となる他国との有機制度の同等制が認められる制度もないため、有機認証農産物を輸出しようとする事業者は独自に登録認定機関へ申請し、有機認証を取得する必要がある。

今回は輸出先となる日本の「有機JAS規格」及び米国の「NOP認証」制度について認証取得を試みることにした。

登録認定機関について、事業開始当初にはルワンダ内には登録認定機関が存在しなかったため、近隣国にある登録認定機関、数か所に認証費用の見積もりを求めたところ、隣国ウガンダ国カンパラにオフィスのある登録認定機関「CERES East Africa」を通じて認証取得を目指していたが、COVID-19により検査官の入国が困難となったため、ルワンダ内に新しく発足した「CONTROL UNION」により認証取得を目指した。「CONTROL UNION」は1920年に創業したCONTROL UNION WORLD GROUPのルワンダ支社で農業、漁業等の分野においてトレーサビリティのための審査の実施と認証サービスの提供を行っており、国やNGO等様々な機関が作成する基準に則り、第三者機関として公平な認証審査

サービスを行っている企業である。

認証を得るためには、事業者となるオーガニック・ソリューションズ・ジャパンやRNUT社が「有機JAS規格」及び「NOP認証」の有機基準に沿ってマカダミアナッツを生産・加工・輸入する必要がある。審査対象は出荷されるナッツのみではなく、「圃場」、「種苗・育苗」、「肥培管理」、「病虫害防除」、「栽培計画・栽培記録」及び「証票管理記録」など「その食品が生産されるために経てきたすべての行程」であり、一貫して、規格では認められていない化学合成農薬・肥料などに汚染される、非有機生産物が混入してしまうといったリスクがないか、あるいはリスクがあってもそれを排除する措置が取られているかということ調査・検査し、認定される。

有機基準に沿って作物を生産するためには農業管理者や工場管理者だけではなく、作業者の座学教育やトレーニングが必要となる。認証機関はトレーニングに必要な教材を準備する他、検査官を派遣し、生産過程を監視し判定する。

2016年9月、12月及び2017年7月に「CERES East Africa」がRNUT社を訪問し、計3回の以下のトレーニングを実施した。

① トレーニングの対象者(所属)と人数

RNUT社マネージャークラス2名、RNUT社社員17名、当事業の農園作業員2名。

② トレーニングの内容

2016年9月：有機認証の概要、内部検査官の仕事内容、有機農業の実践について(1回目)

2016年12月：マカダミアナッツの生産・加工工程での混入・汚染リスク、有機農園開発の理論。(2回目)

2017年7月：NOPと有機JASとの違い、内部検査官のフィールド作業実践。(3回目)

2018年7月：圃場で使用している資材のデータシートを提出。

RNUT社にて8名から成るICS(Internal Control System)チームを作り、農園から加工過程までを管理する枠組み作りを行った。8名には下記役割を配す。

- ✓ ICS Coordinator/Manager
- ✓ Documentation Officer
- ✓ Approval Personnel (ICS Coordinator/Manager か Documentation Officerと兼任予定)
- ✓ Field Officer
- ✓ Internal Inspector
- ✓ Buying Officer
- ✓ Nut Handling team Supervisor
- ✓ Processing Manager



第5回現地調査にて、ルワンダ内で有機生産を実施しているパイナップル園を視察した。生産現場と生産工場からドライフルーツとして商品になるまでの一連の流れを行っているパイナップル園であった。1haほどの自社圃場では牛糞堆肥を元肥として施肥し、収穫は複数回可能となる回転の良さがあった。カゴに収穫したパイナップルは圃場名をタグに付け専用コンテナで工場に運ばれる。直接1次ストックに運ばれて葉を落とす。コンテナごと洗浄室に運ばれて井戸水の水洗とカットを行う。専用トレイに並べて乾燥室で乾燥する。乾燥後選別してパッケージ室に運ばれてシーリングを行い箱詰め、ストック後配送されていた。生産から配送まで仕組みづくりがなされているだけでなく、生産者に対しては集会を開催する、金銭の貸付を行う等、生産者・工場の両者はよく連携していることが伺えた。

第10回現地調査時にRNUT社とともに認証プロセス(土壌及び実のサンプリング)の確認を実施した。2019年11月に認証機関に認証用検査費用の支払いを行い、2020年2月に認証機関「CERES East Africa」が第1回目の検査員を派遣し、圃場検査を実施、圃場におけるオペレーション記録などを対象に検査が行われる予定であったが、COVID-19拡大により渡航が自粛されたため「CERES East Africa」とは解約をした。

新しい認証機関「CONTROL UNION」による第1回目書類検査を受けた。認証取得は2022年4月を予定していたが、認証機関の交代により2023年5月～2024年5月となる予定である。

### 活動3-4-2 有機ナッツ市場価格調査

2016年10月に米国へ赴き、現地バイヤーと面談し、有機マカダミアナッツの需要について聞き取り調査を実施した。調査の結果、米国内にて有機マカダミアナッツの需要はあり、買い取りは可能との回答を得た。価格については認証を得て出荷時期を迎えてから交渉することとなった。出荷時の質や量、サイズにも依るが基本的には非有機ナッツの約1.2～1.7倍の価格での取引になると考えられ、オーガニック・ソリューションズ・ジャパンが希望する、非有機ナッツの1.5倍の価格での買い取りを目指す。

2019年7月に有機ナッツ市場価格調査を米国にて実施、非有機ナッツの約1.4倍の価格で取引がされていることを確認した。

活動3-5： 上記3-1から3-4の調査結果を踏まえ、ルワンダ国で有機マカダミアナッツの生産を普及展開していく上での課題を整理する。

### 活動3-5-1 有機ナッツ生産を普及展開していく上での課題の整理

有機認証取得について、ルワンダ内に有機認証機関が存在しなかったため、前述のウガンダ国の認証機関より検査官を都度招致せねばならず、生産地を拡大・増産する際には手間・コストともに事業者の負担が大きくなることが予想されたが、2019年以降「CONTROL UNION」や「POSADA」が発足したことにより、今後有機認証取得申請の障壁が低くなると予想される。

有機認証取得のための審査費用負担が有機ナッツ生産拡大の課題となる。有機認証を

新規に取得するための審査費用として、トレーニング等講習会の受講料、申請料、検査料(含む検査員の交通費)及び判定料が必要となっており、審査費用は最低でも個人で600米ドル(約76,000円)～、団体で1,200米ドル(約152,000円)～と農園の規模や農家の能力によって変動するものの高額である。政府として有機認証取得支援の議論が進んでおり、C/Pにて必要な審査費用を補助する有機認証取得コスト補助プログラムを創設する動きはあるが現時点では実現していない。C/Pとしては本事業にて有機マカダミアナッツ第一号の生産を実現したことを確認した後、審査費用の実費補助といった有機認証取得支援事業を立ち上げる意向である。C/Pによる有機認証取得支援事業が遅れた場合でも、2028年まではオーガニック・ソリューションズ・ジャパン自社農園とRNUT社の非有機ナッツ農園を有機ナッツ農園に転換することで原材料の確保を行う予定であるため、ビジネス展開計画へ遅れの影響はない。

活動3-6：ルワンダ農業輸出振興機構と共にルワンダ国における同技術を用いたマカダミアナッツの生産計画について検討する。

**活動3-6-1 生産計画案作成**

C/Pは2015年11月30日に“Macadamia One Million Project”「100万本のマカダミアナッツプロジェクト」を発表した。2025年までの10年間に国内に100万本のマカダミアナッツ接木苗を植え、NISベース14,000tの生産を実現し、輸出量を増大するプロジェクトである。RNUT社ではC/Pの要請を受け接木苗を増産する計画を立案中である。100万本の植栽を行うとすると5,000haの土地が必要となり、C/Pの土地準備と並行してオーガニック・ソリューションズ・ジャパンでは同技術を適用する大農及び農家支援団体への販売可能性を探る。

**活動3-6-2 C/Pと生産計画案について協議**

C/Pと協議の結果、事業で得た知見を基に特にマカダミアナッツの栽培が地理的に望まれる郡を教えて欲しいという要望を受け、RNUT社と共に21郡をリストアップした。C/P CEO宛に同リストを提出し、CEOから各郡宛にリストを配布、特にマカダミアナッツの栽培を推奨する運びとなった。

《マカダミアナッツの栽培が地理的に望まれる21郡》

キガリ州：ガサボ郡(Gasabo)、キチュキロ郡(Kicukiro)、ニヤルゲンゲ郡(Nyarugenge)

東部州：ブゲサラ郡(Bugesera)、ガツィボ郡(Gatsibo)、カヨンザ郡(Kayonza)、キレヘ郡(Kirehe)、ンゴマ郡(Ngoma)、ニヤガタレ郡(Nyagatare)、ルワマガ郡(Rwamagana)

南部州：ギサガラ郡(Gisagara)、フイエ郡(Huye)、カモニ郡(Kamonyi)、ムハンガ郡(Muhanga)、ニヤマガベ郡(Nyamagabe)、ニヤンザ郡(Nyanza)、ニヤルグル郡(Nyaruguru)、ルハンゴ郡(Ruhango)

西部州：カロンギ郡(Karongi)、ニヤマシエケ郡(Nyamasyeke)、ルシジ郡(Rusizi)



図 15 マカダミアナッツの栽培が地理的に望まれる21郡(緑色)

出所：d-maps.com

C/Pと共にマカダミアナッツの栽培が地理的に望まれる郡を中心にC/Pが推し進める“Macadamia One Million Project”を実施することで、2025年までに100万本のマカダミアナッツ接木苗を植栽、生産拡大を図る。

活動3-7：RNUT社の既存生産設備・販売ネットワークを活かし、収穫したマカダミアナッツの加工・流通・試験販売を行い、輸出向けバリューチェーンの構築を目指す。

#### 活動3-7-1 農民が有機ナッツを生産した場合の買い取り価格の設定

現在、非有機ナッツは農民から1kg0.8～2.1米ドル(約101～267円)で買い取られているが、有機認証を取得した場合、生産コストは認証取得費用を抜いて計算した場合、非有機ナッツと比較し約1.2倍となるものの、約1.5倍の価格での買い取りが可能と考えられる。樹木1本あたり年5～35kgのナッツを収穫できるので、35kg収穫できた場合、農民の収入は非有機ナッツであれば28～73.5米ドル(約3,500～9,400円)のところ、有機ナッツで生産原価は33～88米ドル(約4,200～11,200円)、買い取り価格は42～110.25米ドル(約5,400～14,000円)へと増加させることが可能となる。

一方、マカダミアナッツの世界的品薄状態から、現地での買い取り価格は上昇傾向にあるため、市場動向を観察しながらRNUT社が買い取り価格や有機認証インセンティブの設定を行う。

#### 活動3-7-2 有機ナッツ用加工過程案作成

有機ナッツを加工する過程は2通りある。1つ目は場所として専用製造ラインを設けること、2つ目はオペレーションの日程を分ける方法である。RNUT社では専用製造ラインを設けることが難しく、且つ当初の有機ナッツ取り扱いは少量となることから、2つ目のオペレーション日程を分け加工を行うこととする。例えば月初めの3日間は朝から有機ナッツのみを加工し、その後通常のナッツを加工するといった日程が考えられる。

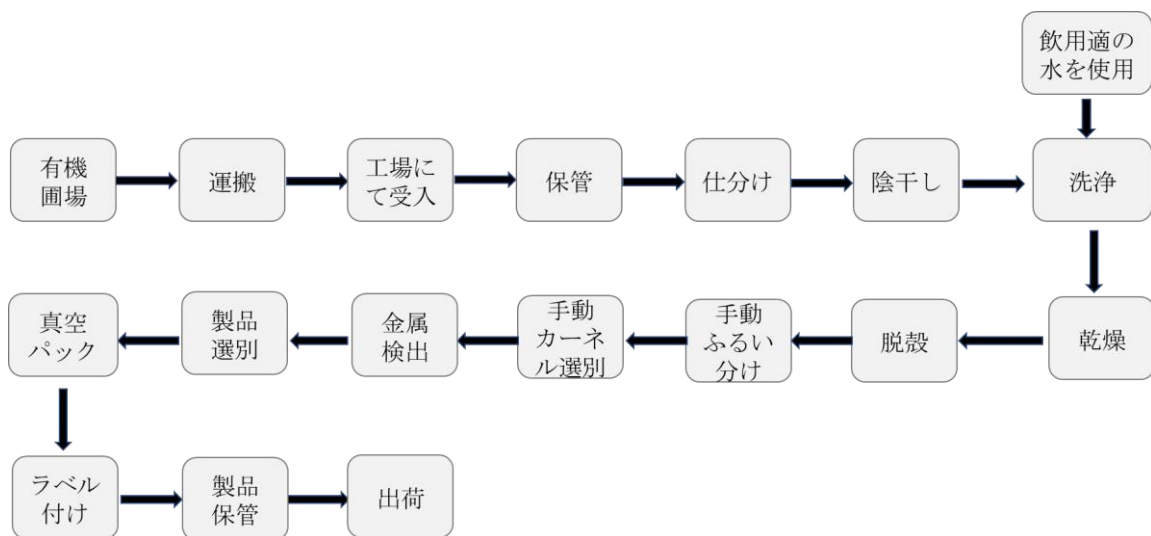


図 16 有機ナッツ用加工過程案

出所：提案法人作成

図 16は有機ナッツの収穫から出荷までを表した図である。この内、認証機関から指定されている加工工程について、特に注意すべきは工場での受入作業、それぞれの工程で使用する乾燥機やふるいといった加工機器の洗浄、ラベル付け及び製品保管である。工場での受入作業について、有機ナッツを取り扱う場合は、年初に各農園・月毎の収穫予測を立て、予測した収穫量と実際に工場での受入量を農園マネージャーと工場マネージャーがともに確認する。両量に差が出た場合、非有機ナッツの混入を疑い、調査を実施する体制づくりが必要である。また、有機生産ライン稼働直後30分のナッツについては非有機ナッツとして扱い、出荷する必要がある。これも非有機ナッツの混入可能性を可能な限り排除するためである。

今後、洗浄方法、洗浄する機器の指定、有機と判別できるようなラベル付け方法及び最終製品となる有機ナッツを通常のものとは明確に分けて保管する方法について、認証機関より検査を受ける予定である。

前述、有機ナッツ加工に付随して発生するコストについて、有機認証取得費用は含まず、非有機ナッツに約10%のコスト増を見込んでいる。コスト増となるのは、農園での管理費用、有機資材、従業員トレーニング費、有機ライン生産前後の清掃費、有機ライン加工記録費を想定している。これらコストについては販売金額への上乗せを検討している。販売価格は高くなるものの、確かなトレーサビリティと有機認証、そしてルワンダ産マカダミアナッツをブランディングしていくことで、顧客の信頼感を高め、購買に繋げることが可能となる。非有機ナッツは競合生産国の台頭により販売価が今後下落することが考えられるが、有機ナッツ事業については、まだ世界的に小さい有機ナッツ市場でのシェア拡大のために、手間、コスト及び時間を掛けても実現すべき事業であると考えている。

(3) 導入済機材

導入済機材については、貸与物品リストを参照。

5. 事業実施国政府機関（カウンターパート機関）の情報

(1) カウンターパート機関名

農業輸出振興機構 (National Agricultural Export Development Board)

(2) 基本情報

所在地：Gikondo KK 530 St. Kigali

設立年：2010年

所轄省庁等名：農業動物資源省

組織の規模：人数178名

年間予算：75,000,000米ドル(約96億円)

組織の目的：輸出のための農畜産物の付加価値の創出・向上と世界各国に対するルワンダ産の高品質農畜産物の周知。

事業内容：農畜産物輸出促進に関わる事業全般、輸出農畜産物の生産及び普及研究支援、輸出農畜産物の付加価値向上のための産業やインフラへの投資振興、国際市場に関する情報収集、非政府組織や民間企業との活動協力等。

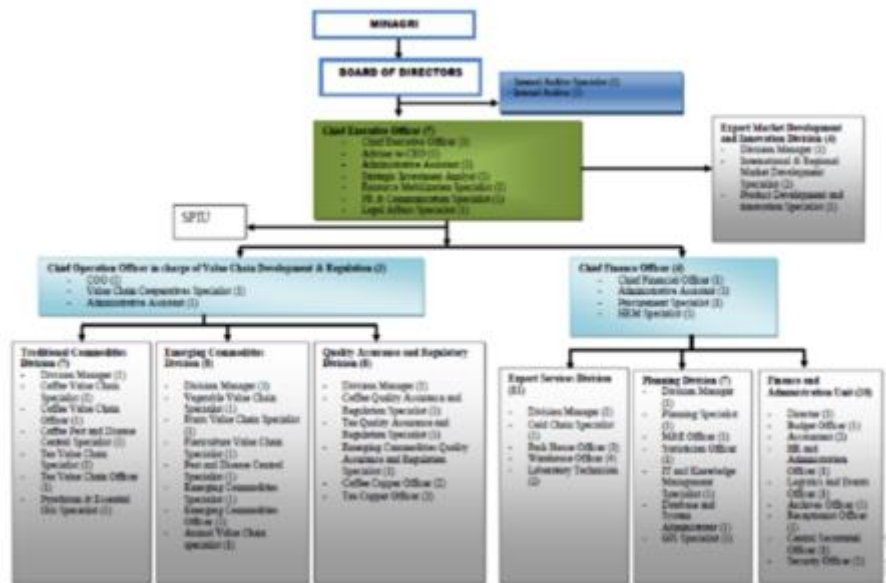


図 17 カウンターパート機関組織図

出所：NAEBウェブサイト

2019年6月にC/Pの組織編成が発表され、担当であった部門のHorticulture Divisionが解体され、新設されたEmerging Commodities Division(新興商品部)に吸収されることとなった。本事業の担当部門もEmerging Commodities Divisionとなり、担当官はEmerging Commodities Division Managerへ変更となった。Emerging Commodities Divisionはマカダミアナッツをはじめ、コーヒー、紅茶といった輸出用農作物の新規産地形成を促すため

の部門である。

### (3) カウンターパート機関の役割・負担事項（実績）

#### ・本事業担当者の配置

事業開始後に組織編成の変更と担当官も交代となったが、引継ぎが行われており円滑に業務を実施出来た。

#### ・進捗状況共有のためのアポイントメント

アポイントメントの変更が多々有り、調整に難が生じたこともあったが、実施出来た。

#### ・セミナーに参加する農業普及員の選定と派遣

COVID-19感染拡大防止の観点よりC/Pよりセミナーを成果報告会に変更する旨、依頼があり、対応を行った。

#### ・調査に必要な資料(地図や写真を含む)の提供

必要な資料の提供を受けた。

### (4) 事業後の機材の維持管理体制

C/Pと協議の結果、譲渡機材はC/P内の土壌分析室(Soil Laboratory)に設置し主任技師が管理することとなった。主任技師には使用方法を教授済である。C/Pが栽培振興を図っているコーヒー・紅茶・アボカド・スナックエンドウ・ネギ・ベビーコーンといった幅広い園芸作物向けの有機肥料とコンポスト肥料を分析する他、生産支援を実施する際に活用される予定である。機材のメンテナンスは不要である。

## 6. ビジネス展開の見込みと根拠

### (1) ビジネス化可否の判断

ビジネス化は可能であると判断した。

### (2) ビジネス化可否の判断根拠

実証実験の結果、ルワンダの人材及びリソースを使用し、有機認証取得可能となるマカダミアナッツの収穫が可能であることを確認出来たため。

## 7. その他

### (1) 環境社会配慮

#### ・事業実施前の状況

#### 事業対象地1. 西部圃場

都市計画で農地に指定されている土地であり、大地主の放棄地で全く使用されていないエリアであった。丘陵に位置し、枯れたユーカリの樹木や巨岩が多く存在する荒地であった。

#### 事業対象地2. 東部圃場

都市計画で農地に指定されている土地であり、大地主の放棄地で全く使用されておらず、

枯れたユーカリの樹木が多く存在する荒地であった。また急な斜面地であり、周辺道路も整備されていない。周辺に住んでいる者はおらず、車で15分程の所に小さな町があり、周辺住人は主にプランテイン(バナナ)を栽培し生計を立てていた。

・事業実施国の環境社会配慮法制度・組織

ルワンダ環境管理局(Rwanda Environmental Management Authority:

REMA)では1区画で50ha以上の農業用地、または一定規模以上の農業活動が行われるプロジェクトについて、環境アセスメント(EIAレポート)を義務付けているが、本事業は西部・東部それぞれ20haの圃場となっているため、規定対象外となった。

水源利用許可について、ルワンダ自然資源局(Rwanda Natural Resources Authority: RNRA)担当官によると20ha程度の規模であれば、利用許可は必要ないとのことであった。MINAGRIへも本事業について説明を行い、西部・東部各地の地方政府へはブリーフィングを実施した。

・事業実施上の環境及び社会への影響

地方政府に環境担当が存在し、担当官が年に一度以上、本事業をモニタリングする予定であったが、C/Pとの協働事業であることを理由に、結果として一度もモニタリングを受けなかった。モニタリング項目は、水資源の使用、環境汚染、騒音及び周辺住民への影響等である。モニタリングの結果、問題がなければレターは発行されず、問題があるとされた時のみレターが発行され、改善を求められる方式である。

(2) ジェンダー配慮

農村地帯では女性1人当たりが5人以上出産するケースも珍しくなく(ルワンダの出生率3.99<sup>12)</sup>、女性の労働人口が少ない。農園作業員について当初全体に占める女性作業員の割合は5%だったが、終了までに10%に増加した。パートナー植物であるローズマリーやナギナタガヤ、バヒアグラスの管理等、体力的負担の少ない作業を担うよう配慮した。

またRNUT社では350名の従業員が業務に従事しており、加工工場特にマカデミアナッツの選別作業のほとんどは女性従業員が担っている。細かく注意深い作業が必要とされるが、ほとんどの作業で着席しての実施が可能であるため、身体的負担なく従事が可能となっている。

(3) 貧困削減

マカデミアナッツ栽培が普及することで、農民の所得向上、収入機会の増加に繋がる。

MINAGRI大臣はマカデミアナッツ栽培の普及のために2019-2020年に9万本の接木苗を準備すると発表し、マカデミアナッツ栽培に意欲的な農家への共有を行っている。またC/Pは“Macadamia One Million Project”を実施することで、2025年までに100万本のマカデミアナッツ接木苗を植え、2万人の農民のマカデミアナッツ栽培参入を図っている。マカデミアナッツ栽培が普及し、成木が適正に生育管理された場合、年35kgの収穫で農民の収

---

<sup>12</sup> 出所 世銀(2019)

入は28～73.5米ドル(約3,600～9,400円)増と期待される。1農家に10本植栽すれば1農家あたり280～735米ドル(約36,000～93,000円)の所得向上が可能となる。

これまでは新しい農作物であるマカダミアナッツの病虫害発生時や発育不良に対して有効な管理手段が確立されていなかったが、C/Pが各地域でマカダミアナッツ栽培を普及する際に、同技術を活用した場合、生産性向上に貢献出来る上、有機認証を取得した場合は加工会社の買い取り価格で高値が付くため、農家の収入向上及び貧困削減に寄与出来るものと考えている。

農園作業員に聞き取り調査を行ったところ、圃場で働く前の賃金は日雇いで1日約1,000ルワンダフラン(約126円)だったが、圃場では能力によって賃金の差はあるものの平均月約41,000ルワンダフラン(約5,200円)で雇用している。ルワンダでは賃金の他に所得税、年金、産休保険料も事業者負担で税務署へ支払う必要があるが、雇用開始直後は「NSSF No.」と呼ばれる社会保障番号を所持していない農園作業員も存在し、社会保障番号を申請する手続きを支援する必要があった。今後事業完了後に自社農園を拡大する上で、農園作業員として安定した雇用を生み出すことが期待されている。

## 8. 本事業から得られた教訓と提言

### (1) 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓

#### ① 農地取得の困難

本事業ではRNUT社が民間より長期で借り上げた土地を圃場として使用した。都市計画で農地に指定されている土地であり、元は大地主の放棄地で枯れたユーカリの樹木が多く存在する荒地であった。圃場として整地すべく、作業人足を現地で集め、巨岩、雑木、雑草、枯れ木の木株などを取り除く作業を実施。想定していた作業工数を越えた上、不要物を運び出すトラック運搬回数も増え、現地工事費として整地・定植費の見積額より多額の金額が掛かった上、定植作業に遅れが出た。また急な斜面地であり、周辺道路や水路も整備されていなかったため、地方政府と交渉し道路を整備した他、水路については一部自社負担せざるを得なかった。また、放棄期間が長期に渡っていたため、東部圃場ではシロアリの巣が多く存在し、マカダミアナッツ植栽後もシロアリの食害に遭い、マカダミアナッツが枯死するという被害が続出した。

このように外国人へ提供される土地は条件の悪い場合が多いため、土地を農地として整備するまでに多くの作業工数を見込んでおく必要がある。現在は「荒地を緑豊かな圃場として蘇らせた」と地方政府から感謝されるものの、自社負担のみでの整備は不可能であったと考える。

また本事業の成果を横展開すべく、タンザニアでの調査を自社負担で行ったが、同様に土地取得が難航し、外国人がアフリカで土地取得を行うことの困難さを痛感した。

### (2) JICAや政府関係機関に向けた提言

#### ① 有機認証取得支援プログラムの必要性

日本国ODA基本方針として、アフリカの多くの国で農業開発(高付加価値化・ビジネス化)が挙げられている。アフリカでの農作物の消費先は自国、近隣国が念頭に置かれ



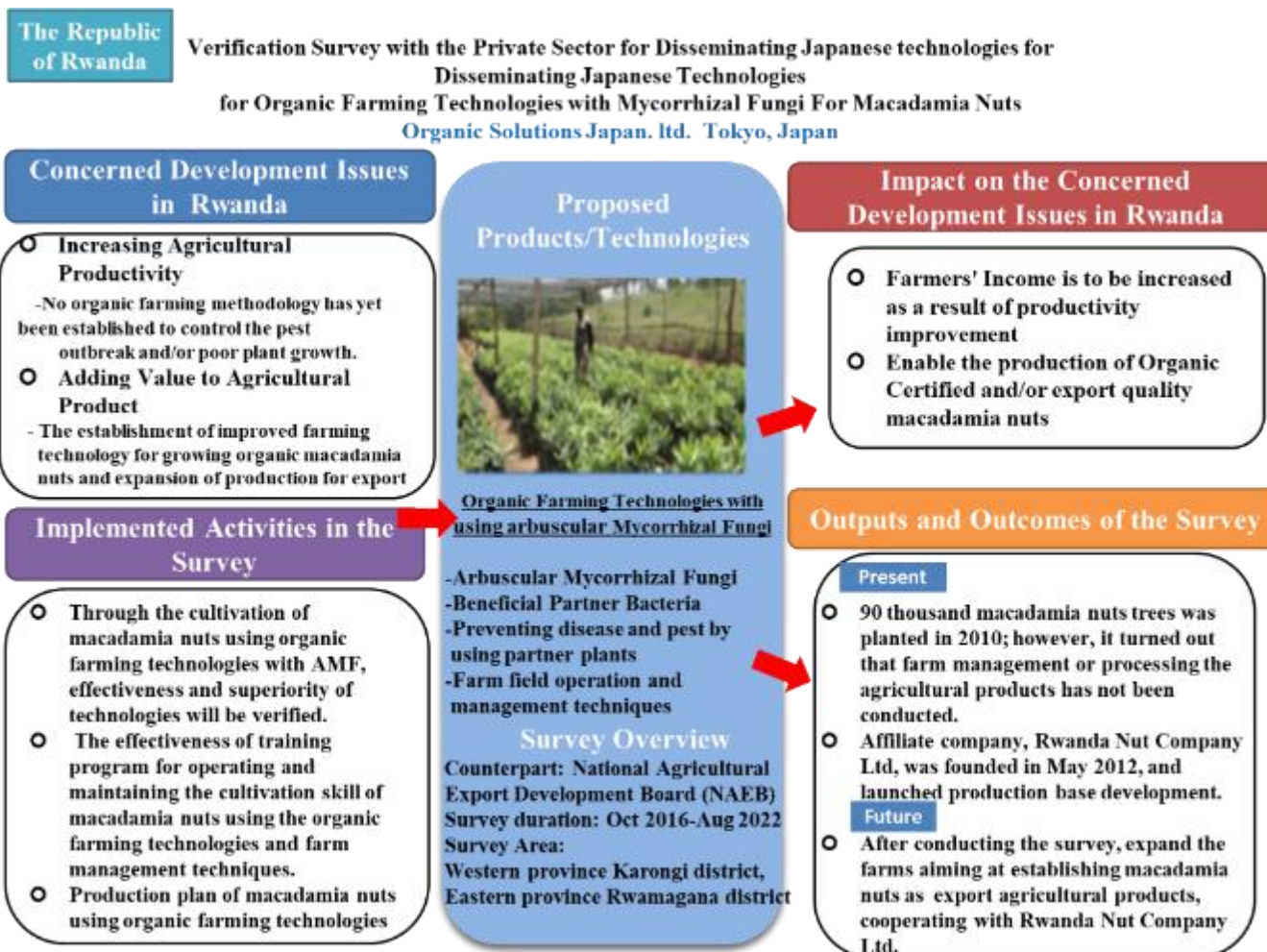
る傾向にあるが、高付加価値化・ビジネス化を目指すのであれば消費先を欧州・米国向けとした輸出農作物を生産・販売するビジネスモデルを検討すべきである。輸出農作物をアフリカで生産するメリットは①豊富な労働力、②広大な農地、③消費地までの距離の短さ、④年間を通じて温暖な気候がある。また、輸出に耐えうる品質の農作物を生産するという面で、農民の農業技術の向上に繋がる。

現在、欧州・米国では有機認証取得農作物の需要が増しており、一般の農作物と比較し2~5割増価格で取引されている。これは自身や家族の健康のため、安心・安全な食料を求める人口が増加しているためである。

しかしながら有機認証取得はプロセスが難しく、認証機関へ支払う検査費用も高額であるため、一般的な農家が実践することは難しい。このため、大農や組合向けに有機認証取得支援プログラムをJICAあるいは日本国政府関係機関が提供出来れば、アフリカの農業の高付加価値化・ビジネス化が加速すると考えられる。

## 参考文献

- 石井孝昭 (2014) 『菌根菌の働きと使い方』農山漁村文化協会
- 石井孝昭・天内和人(2016) 菌根菌観察のための新技術. 園芸学研究 15(別2): 218.
- 木嶋利男 (2012) 『有機・無農薬の美味しい野菜づくり』学研パブリッシング
- Paul Joseph O'Hare (2004) Macadamia grower's handbook  
Southern African Macadamia Growers' Association (SAMAC) FERTILIZATION-Macadamia  
Soil and Leaf analysis norms.
- Gerhardus P. Nortjé (2017) Conference: Conference: Fertasa Soil Fertility and  
Plant Nutrition Symposium, Fertilization of Macadamia Nuts.
- Ministry of finance and economic planning (2017) Rwanda official development  
assistance report
- 農林水産省(2018) 『環境保全型農業の推進について』



英文要約

National Agricultural  
Export Development Board (NAEB)

Summary Report

Rwanda

Verification Survey with the Private Sector  
for Disseminating Japanese Technologies  
for  
Organic Farming Technologies with  
Mycorrhizal Fungi for Macadamia Nuts

July 2022

Japan International Cooperation Agency

Organic Solutions Japan. Ltd.

## **Contents**

1. BACKGROUND.....	1
2.OUTLINE OF THE PILOT SURVEY FOR DISSEMINATING SME’S TECHNOLOGIES .	1
(1)Purpose.....	1
(2)Activities .....	2
(3)Product/Technology Information to be Provided.....	4
(4)Counterpart Organization .....	4
(5)Target Area and Beneficiaries.....	4
(6)Duration.....	4
(7)Progress Schedule .....	4
(8)Manning Schedule.....	4
(9)Implementation System.....	4
3.ACHIEVEMENTS OF THE SURVEY .....	5
(1)Outputs and Outcomes of the Survey.....	5
(2)Self-sustaining and Ongoing Activities to be Conducted by Counterpart Organization.....	15
4. FUTUREPROSPECTS .....	15
(1)Impact and Effect on the Development Issues .....	15
(2)Lessons Learned and Recommendation from the Survey .....	16

## 1. BACKGROUND

Agriculture in Rwanda is a key industry. About 70%<sup>13</sup> of the total population of 12.95 million<sup>14</sup> live in rural areas, which represents 70%<sup>15</sup> of the working population and 26%<sup>16</sup> of gross domestic product (GDP). Agriculture is expected to become a driving force for economic growth and poverty reduction in the country. The Rwandan government has established “VISON 2050”, which sets the national goals to be achieved by 2050 and has also developed the "7 Year Government Programme: National Strategy for Transformation (NST1, 2017-2024)" (henceforth referenced as the “NST1”) as a medium-term plan formulated every seven years to help achieve these goals. With an objective to "Modernize and Increase Agricultural and Livestock Productivity" as one of its seven pillars, "NST1" focuses on the production of horticultural crops, including macadamia nuts, to achieve "Scaling up the production of high-value crops." The strategy eventually aims to nurture the macadamia nut industry to become one of Rwanda’s main agricultural export products together with coffee (about 60million US dollars of annual exports) and tea (about 56million US dollars of annual exports).

The demand for macadamia nuts is increasing and global supply is not keeping up with this demand. There are only a few countries in the world that have suitable climatic conditions for macadamia nut cultivation and Rwanda’s climate is very favorable. Rwanda-grown macadamia nuts taste awesomely good, and the country has great potential to become a major region for production.

However, export/production volume in Rwanda is currently very small. As there are no organic farming methodologies established to better control pest outbreaks and/or poor crop yields, general farmers remain exposed to unstable crop output and, at best, use conventional synthetic chemical pesticides and fertilizer in a haphazard manner. The establishment of an improved approach is therefore required.

## 2. OUTLINE OF THE PILOT SURVEY FOR DISSEMINATING SME’S TECHNOLOGIES

### (1) Purpose

Through the cultivation of macadamia nuts using organic farming technologies with AMF, effectiveness and superiority of the technologies is to be verified.

Effectiveness of training program for operating and maintaining the cultivation skills of macadamia nuts using the organic farming technologies and farm management techniques is to be verified.

Production Plan of macadamia nuts and Business deployment Plan, using organic

---

<sup>13</sup> FAO (2022) <https://www.fao.org/rwanda/our-office-in-rwanda/rwanda-at-a-glance/en/>

<sup>14</sup> World Bank (2020) <https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/SP.POP.TOTL?locations=RW>

<sup>15</sup> Rwanda Development Board (2022) <https://rdb.rw/investment-opportunities/agriculture/>

<sup>16</sup> World Bank (2020) <https://data.worldbank.org/indicateur/NV.AGR.TOTL.ZS?locations=RW>

farming technologies and farm management techniques, will be developed by JICA Survey Team with support of NAEB.

(2) Activities

Specific Outputs 1, 2 and 3 were stipulated to achieve the above-mentioned objectives with each supported through implementation of the following activities:

**[Output 1] To verify the effectiveness and superiority of the technologies deployed through the cultivation of macadamia nuts using organic farming technologies with AMF.**

- 1-1) To effectively utilize organic farming technology using AMF, designate an appropriate test area after conducting ground leveling, collect data from the farm field and analyze the soil.
- 1-2) To collect and preserve mycorrhizal fungi in Rwanda.
- 1-3) To procure partner bacteria and partner plants required for the verification.
- 1-4) To plant second-year seedlings under the same conditions in each test-growing section of the designated farming field and cultivate them whilst changing the conditions of the microorganisms and fertilizers.
- 1-5) To confirm and analyze the difference between the growing conditions of seedlings in each test section through regular monitoring and select the optimal inoculating microorganisms, organic fertilizers, and partner plants for the local soil.
- 1-6) To inoculate mature trees with AMF and partner bacteria, monitor the change in the yield and quality of the fruit, and analyze and compare the difference between inoculated and non-inoculated trees.
- 1-7) Based on the analysis of 1-5) and 1-6) develop and produce an optimal organic fertilizer and beneficial microbial material for local farms with an affiliated company, i.e., Rwanda Nut Company. (Where possible, raw materials will be procured locally).

**[Output 2] To verify effectiveness of the training program used for operating and maintaining the cultivation skills required for macadamia nut production using organic farming technologies and farm management techniques.**

- 2-1) To employ farmers for field operations and management and train them in organic farming technologies and farm management techniques in cooperation

with Rwanda Nut Company.

- 2-2) To organize seminars on the role of AMF in agriculture and the importance of organic farming. The seminars are aimed at agricultural extension workers from relevant Rwandan government institutions to develop their knowledge about AMF and the organic cultivation of macadamia nuts.
- 2-3) To share the progress of activities 2-1) and 2-2) with NAEB every six months, discuss technology utilization for the forthcoming period, and confirm what steps are to be taken if necessary.
- 2-4) To plan and coordinate with NAEB the exhibition center "Center of Excellence" which will be a base for human resource development and the creation of new organic farming business in East Africa after completion of the project.

**[Output 3] The JICA Survey Team to develop a production plan for macadamia nuts using organic farming technologies and farm management techniques, as well as a business plan, with support from NAEB.**

- 3-1) To study and analyze, through documentary research, the current and forecast demand for macadamia nuts in international markets.
- 3-2) To survey and analyze country risk including political, economic, and social factors, financial risks such as foreign exchange, taxation and judiciary as well as other risks which could affect macadamia nut cultivation in Rwanda (i.e., natural disasters, a stable water supply and the price increase of raw microbial materials such as molasses).
- 3-3) To carry out test marketing using harvested macadamia nuts to research and analyze the key factors to market them successfully.
- 3-4) To survey and analyze how much value can be added in Rwanda when the macadamia nut is certified as organic.
- 3-5) Based on the survey results of 3-1) to 3-4) to reflect on the key issues for disseminating knowledge about the production of organic macadamia nuts in Rwanda.
- 3-6) To consider, with the support of NAEB, the production plan for macadamia nuts using organic farming technology in Rwanda.
- 3-7) Seek to establish a value chain for domestic and international consumption, conduct processing, distribution and test marketing of the harvested macadamia nuts leveraging Rwanda Nut Company's existing production facilities and sales network.

(3) Product/Technology Information to be Provided

Organic farming technology using AMF has been proven to promote the growth of crops without causing soil exhaustion by using the following approach:

- AMF (Microorganisms that associate with, and facilitate growth in, the roots of the crop)
- Beneficial partner bacteria
- A Sod culture system and pest control using partner plants
- Farm management techniques (Fertilization, pruning, weeding and pest control methods)

(4) Counterpart Organization

National Agricultural Export Development Board (NAEB)

(5) Target Area and Beneficiaries

Target Area: Western province Karongi district, Eastern province Rwamagana district

Beneficiaries: Middle-class farmers, Low-income earners working in the plantation, Low- and middle-income earners working in the macadamia nut processing plant.

(6) Duration

Oct 2016-August 2022

(7) Progress Schedule

The progress schedule is attached as Attachment 2.

(8) Manning Schedule

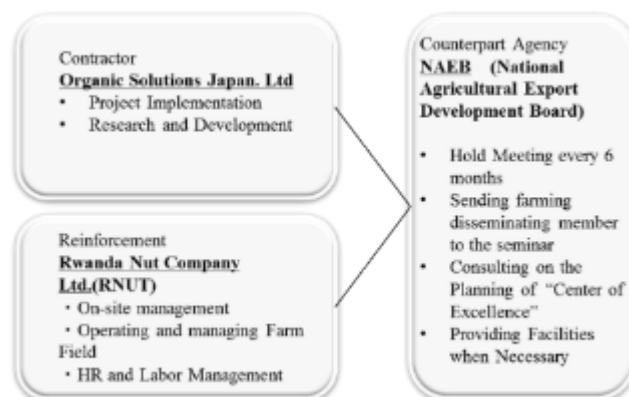
The manning schedule is attached as Attachment 3.

(9) Implementation System

The progress of activities has been shared with the Government Agency, the National Agricultural Export Development Board (NAEB).

Organic Solutions Japan has consulted with NAEB about how to leverage farming technologies with AMF, the farm management techniques used in this verification survey and to mutually agree the necessary solution.





**Figure 1 Implementation System**

### 3. ACHIEVEMENTS OF THE SURVEY

#### (1) Outputs and Outcomes of the Survey

**Outcomes of [Output 1] To verify the effectiveness and superiority of the technologies deployed through the cultivation of macadamia nuts using organic farming technologies with AMF.**

#### Demonstration with young trees

To facilitate the continuation of macadamia nut cultivation after the project, Organic Solutions Japan established project sites from two areas of abandoned land that the Rwanda Nut Company had rented from the private sector for a long time (Gishyita, Karongi District, Western Province and Nyamatete, Rwamagana District, Eastern Province). To prepare the land for planting trees, Organic Solutions Japan hired workers locally and carried out work to remove stones, dead trees and weeds etc. There were more dead tree stumps (mainly eucalyptus after being felled for firewood) and huge rocks than expected and it took a lot of work and many hours before the land leveling was completed in early January 2017. Since the land is located on a steep-sided hill, and the surrounding roads and waterways have not been developed, Organic Solutions Japan negotiated with the local government to improve the roads. Organic Solutions Japan then planted second year macadamia seedlings at the farms.

**Table 1 Plot setting**

Application \ Plots	A-1	A-2	B-1	B-2	C	D	E	total
Organic fertilizer	●	●	●	●	●			
AMF	●	●	●	●				
Partner bacteria	●	●	●	●				
Partner plant	●	●						
Neem oil	●	●	●	●				
Plant protectant	●		●					
Chemical fertilizer							●	
Chemically synthesized pesticides							●	
Western farm area(Ha)	5.8	5.2	2.1	2.3	1.2	0.8	0.5	17.9
Eastern farm area(Ha)	5.7	5.1	3.1	3.1	1.6	0.6	0.5	19.7
tree number of Western farm(tree)	719	885	381	401	249	97	80	2812
tree number of Eastern farm(tree)	814	757	470	457	248	95	76	2917

① Organic fertilizer:

Manure (cow dung + partner bacteria + water, fertilized)

Green manure (weeds from the farm + cow dung + partner bacteria + water, fertilized)

Both were researched and developed with local production optimized through this project.

② AMF:

Arbuscular mycorrhizal fungi were collected at multiple locations in Rwanda. A stereomicroscope was used to select usable AMF, the color, size, shape, and assembly type of spores were confirmed, and an inoculation source was produced. The seedlings were inoculated with AMF and partner bacteria before planting. The inoculation technology such as the amount, timing and method of inoculation is confidential.

③ Partner bacteria:

A partner bacterium was obtained by culturing and liquefying *Bacillus sp.* It was collected locally. Partner bacteria can not only can fix nitrogen in the atmosphere and dissolve sparingly soluble phosphorus in the soil but can also prevent the growth of soil pathogens such as *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Rosellinia*, *Necatrix Prillieax* and *Pythium*.

④ Partner plants:

(a) *Vulpia myuros*

This plant is expected to facilitate the formation of networks by hyphae, support the growth of microorganisms such as AMF and beneficial partner

bacteria, and support the growth of trees.

(b) Bahia grass

Bahia grass plays a role in preventing soil erosion by planting it on top of the water catchment area.

(c) Neem

The liquid extracted from the seeds contains a component called azadirachtin which acts as a feeding deterrent. It is harmless to humans and crops and is effective against more than 200 types of pests.

(d) Rosemary

It has a strong scent and contains camphor which acts as a natural insect repellent.

⑤ Neem oil:

Oil extracted from neem seeds. Diluting and spraying the oil as an organic insecticide will prevent pests.

⑥ Plant protectant:

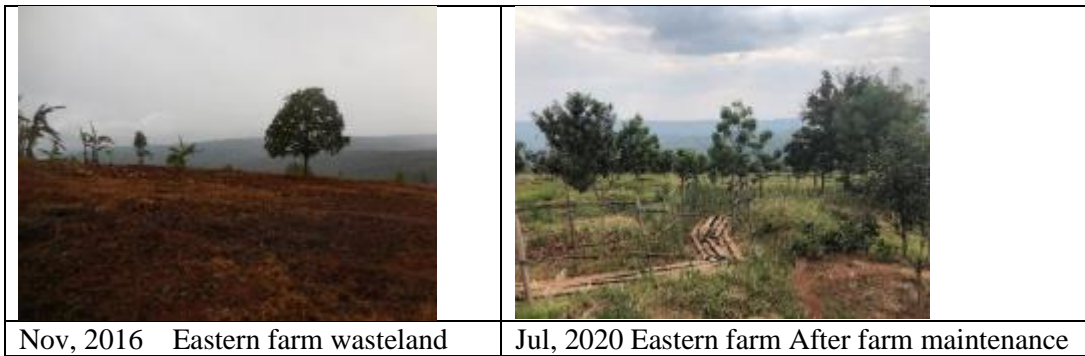
A pest control agent using essential oils.

⑦ Chemical fertilizer:

Use NPK fertilizer containing the three core elements in the same ratio 17-17-17 nitrogen (N), phosphoric acid (P) and potassium (K).

⑧ Chemically synthesized pesticides

Use Cypermethrin.



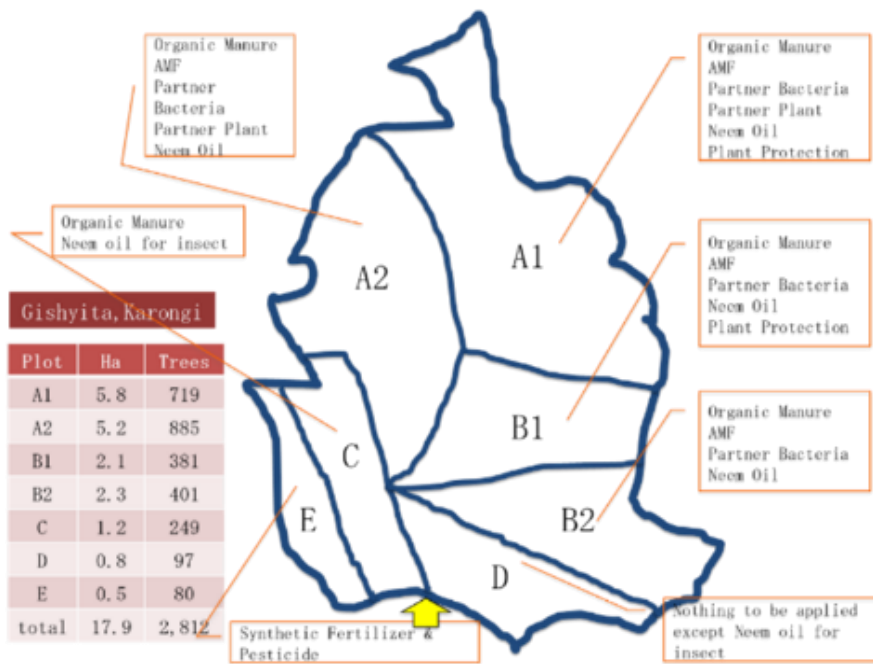


Figure 2 Western farm test plots



Figure 3 Eastern farm test plots

The results of the operation over a period of 5 years and 3 months from the end of January 2017 to the end of April 2022 are as follows.

**Table 2 Test results**

Plot		A-1	A-2	B-1	B-2	C	D	E
Ratio of the number of trees of 2m or more to the number of trees in each plot Mar, 2022	Western	69%	68%	62%	60%	60%	39%	53%
	Eastern	85%	88%	80%	80%	69%	67%	81%
Pest incidence Nov, 2021	Western	1%	1%	1%	1%	1%	1%	0%
	Eastern	5%	3%	2%	3%	5%	5%	1%

\* The values in the yellow cells are strong and the values in the shaded cells are poor.

Through measuring the tree height in each field every month to investigate the growth difference in each test plot, the results show remarkable growth for plots A-1 and 2 that used this technique. In addition, although the pest incidence rate was the lowest in the plot E, which uses chemically synthesized pesticides, it was possible to keep it at a low level in other groups by implementing controls using partner plants and Pyrethrum.

10 sample trees were selected for each plot and the number and weight of nuts harvested were measured every month from October 2020 to December 2021. The average weight of nuts per piece was investigated by dividing the total weight by the total number of pieces. The results are shown in Table3.

**Table 3 Total number and weight of harvests and average weight per piece in each plot**

Plot	A-1	A-2	B-1	B-2	C	D	E
	Western farm						
Total (piece)	810	681	118	474	315	18	83
Total weight (gram)	6,200	5,315	1,014	3,732	2,590	128	634
Average weight per piece (gram)	7.7	7.8	8.6	7.9	8.2	7.1	7.6
Eastern farm							
Total (piece)	2,124	6,306	1,281	1,059	545	152	50
Total weight (gram)	17,685	59,260	11,930	9,285	4,460	814	225
Average weight per piece (gram)	8.3	9.4	9.3	8.8	8.2	5.4	4.5

\* The values in the yellow cells are strong, and the values in the shaded cells are weak.

The yield in plot A-2 of the Eastern farm was the highest in both number (pieces) and total weight and the lowest yield was in plot D of the Western farm.

The lightest average weight was in plot E of the Eastern farm where chemical fertilizers and synthetic pesticides were applied and the average weight per piece was 4.5g. This was half the weight of plot A-2 on the Eastern farm and the nuts were small and difficult to process at this size as a product suitable for the export market. Macadamia nuts are priced according to their size and those with a larger size and no chipping are traded at the highest price. To add value, it is necessary to use this technology in production and target a nut size suitable for the export market.

Comparing plots A-1 and A-2 that use this technology with the other plots, the yields are high in both fields which demonstrates the effectiveness and superiority of the technology. Comparing plot C (only organic fertilizer) with plot D (fertilizer and pesticide-free), which has almost the same environment used by conventional macadamia farmers in Rwanda, the yield of plot C is at least 3.5 times higher than plot D in the Eastern farm. If the yield can be improved, then the income of the farmer will be improved. Organic Solutions Japan would therefore like to show the data to the farmers and help spread the use of effective fertilization.

**Figure 4 Harvest start times**

Plot	year	2020			2021								
	month	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Western farm	A-1												
	A-2												
	B-1												
	B-2												
	C												
	D												
	E												
Eastern farm	A-1												
	A-2												
	B-1												
	B-2												
	C												
	D												
	E												

Harvesting began earliest in October 2020 for plot A-2 in the Eastern farm. By contrast, harvesting never started in plot D and E in the Western farm or in plot E of the Eastern farm as the number of nuts was small and the cumulative number of nuts dropped was 100 or less. Chemical fertilizers and synthetic pesticides were applied in plot E and although the tree height grew well, they did not bear nuts and it was observed that foliage overgrowth hindered nut-setting and nut enlargement.

One of the challenges in promoting nut production is the time taken from planting to harvesting with farmers not securing income until the start of the harvest. Organic

Solutions Japan has succeeded in significantly shortening the time to harvest by using this technology.

To improve agricultural productivity as required by the Rwandan government it is necessary to emphasize the importance of a shorter crop cycle, with nuts harvested and shipped earlier after planting, and so these results show the effectiveness and superiority of the technology.

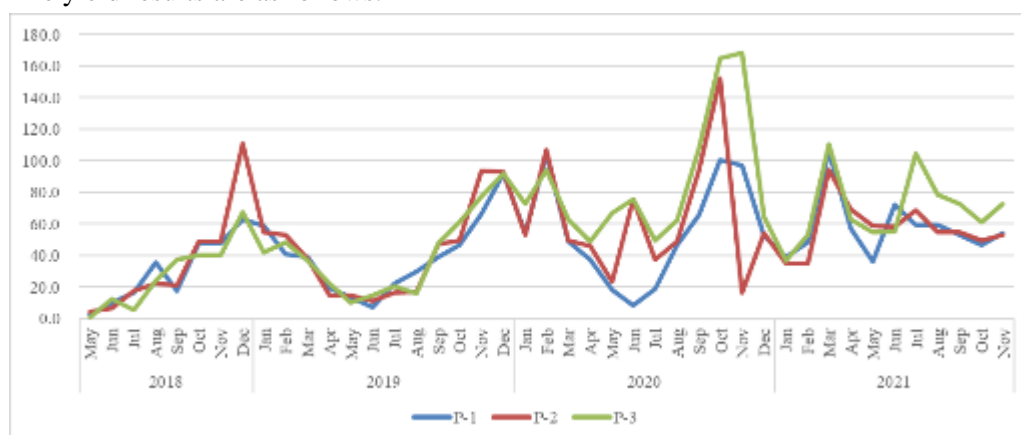
Demonstration with chemical fertilizer on mature trees

As a demonstration of rehabilitation for mature trees, Organic Solutions Japan borrowed part of the mature tree farm of a large farmer in the Western province and operated and demonstrated it as a mature tree test plot. The target trees were 10 to 18 years old, and 3 different approaches were each used with 10 trees, hence a sample of 30 trees were used in total. The target mature trees were inoculated with AMF and partner bacteria.

**Table 4 Plot setting of mature tree test**

Plot	Application	tree number
P-1	Conventional	10
P-2	Opening branches and pruning	10
P-3	Opening branches and pruning, Partner plant (Proliferate indigenous AMF and observe the effect of AMF)	10

The yield results are as follows.



**Figure 5 Mature tree: Average number of mature nuts by month for each test plot**

As a result of opening the branches and pruning, the yields from plots P-2 and P-3, which had temporarily decreased at the outset, recovered and the yields exceeded those of the test plot P-1. This shows that mature trees that have been unmanaged can

be recovered by opening their branches, pruning them, and planting partner plants. Many mature trees in Rwanda are in a similar condition to those in the test plot P-1 but by using this technology it is possible to facilitate yield improvement even for trees that are already established. The effectiveness and superiority of the technology was thus also confirmed for the rehabilitation of mature trees too.

**Outcomes of [Output 2] To verify effectiveness of the training program used for operating and maintaining the cultivation skills required for macadamia nut production using organic farming technologies and farm management techniques.**

In collaboration with Rwanda Nut Company, Organic Solutions Japan managed and supervised about 57 local farm workers and conducted the following training in organic farming technology and farm management technology.

A) Organic farming technology

- Guidance on the amount and method of organic fertilizer application
- Guidance on how to inoculate partner bacteria
- Pest control methods using plant protectants and control solutions suitable for organic farming
- Guidance on sod culture systems using partner plants
- Pest control guidance using partner plants
- Guidance on how AMF works and how to use it

B) Farm management technology

- How to handle and plant both young macadamia seedlings and mature trees
- Pruning of trees
- Opening branches of trees
- Weeding points and methods
- Amount and timing of watering
- Windbreak management
- Types of tree disease and countermeasures
- Guidance on seasonal matters





**Outcomes of [Output 3] The JICA Survey Team to develop a production plan for macadamia nuts using organic farming technologies and farm management techniques, as well as a business plan, with support from NAEB.**

A) Organic certification

Rwanda does not have its own organic certification system and there is also no equivalent system for export markets. Organizations that intend to export organic agricultural products must independently apply to a registered certification body and obtain organic certification.

Organic Solutions Japan and Rwanda Nut Company have applied for the organic certification "organic JAS standard" from Japan and "NOP certification" from the United States, as export destinations, through the registered certification body "CONTROL UNION" for plots A to D of both demonstration farms. Certification is expected to be received in 2023-2024.

B) Organic nut market price and demand survey

Macadamia nuts are traded at a higher price than almonds, cashew nuts, and walnuts and are widely used for snacks and confectionery all over the world. Demand is expected to continue.

South Africa, which is the world's largest producer, has a cultivated area for macadamia nut production of about 20,000 Hectares and plans are underway in China to expand the cultivated area to 50,000 Hectares which could flood the market with cheaper competition. For this reason, it is important that Rwanda does not compete in the low-priced segment of the macadamia nut market but rather focuses on the production of macadamia nuts that are selected by customers based on quality rather than price.

As a result of interviews with US buyers, we have confirmed that the demand for organic macadamia nuts is high in the United States and that the market price is about 1.4 times that of non-organic nuts. Although it depends on quality, quantity, and size, it is generally considered that the price of organic macadamia nuts will be about 1.2 to 1.7 times that of non-organic macadamia nuts.

#### C) Production dissemination

Rwanda Nut Company, an affiliated company, was established in 2012 by investing the necessary technology and business funds. Ever since, Rwanda Nut Company has been striving to produce, process and export Rwandan macadamia nuts. Until the establishment of Rwanda Nut Company, farmers had no sales destination even if they produced macadamia nuts and the value chain was broken. Rwanda Nut Company secured a sales channel for macadamia nuts and increased farmers' income-enhancing opportunities. The export value of nuts, including macadamia nuts, increased 1,963 times from 1,000 US dollars in 2012 to 1,963,000 US dollars in 2019.

C/P announced the "Macadamia One Million Project" on November 30, 2015. It is a project to plant 1 million macadamia grafted seedlings in 10 years to 2025, realize production of 14,000 tons based on NIS (Nut is shell) and increase export volume. Rwanda Nut Company is planning to produce 300,000 grafted seedlings at the request of C/P. By planting grafted seedlings and cultivating them appropriately, Organic Solutions Japan and Rwanda Nut Company will create a base that will enable the production of 10,500 tons of NIS and expects to produce 2,100 tons of kernel. With sales of about 21million US dollars this will be the third largest agricultural product after coffee and tea which are currently the main agricultural export products of Rwanda. Since planting 1 million trees would require 5,000 Hectares of land, 21 districts where macadamia cultivation is considered geographically favorable have been identified in consultation with NAEB and macadamia cultivation will be promoted.

«21 districts where macadamia cultivation is geographically favorable»

Kigali province: Gasabo, Kicukiro, Nyarugenge

Eastern province: Bugesera, Gatsibo, Kayonza, Kirehe, Ngoma, Nyagatare,  
Rwamagana

Southern province: Gisagara Huye, Kamonyi, Muhanga, Nyamagabe, Nyanza,  
Nyaruguru, Ruhango

Western province: Karongi, Nyamasyeke, Rusizi



environment faced by conventional macadamia farmers in Rwanda. It can be concluded, therefore, that this objective was achieved.

Regarding (2) increasing the added value of agricultural products, Organic Solutions Japan focused on the organic certification of macadamia nuts that are traded at a higher price than conventional macadamia nuts, prototyped Rwanda's first organic farming of macadamia nuts and trained organic farming and farm management technology to farm workers. Cultivation was carried out in farms that meet the organic certification regulations and receipt of the organic certification is expected after completion of this project.

The impact and effect on the development issues identified throughout the Survey are shown in Table 5.

**Table 5 Outcomes of the Survey for Development Issues**

Development Issues	Outcomes of the Survey
Agricultural development (commercialization)	Increased exports of agricultural products. Practice of market-oriented agriculture Macadamia recognized as a tree that creates income opportunities, macadamia nut cultivation spreads throughout the country.
Agricultural development (value-added)	Produces macadamia nuts (size and quality) that are in high demand for organic certification and export markets.
Poverty reduction	By improving productivity, farmers' income will increase and income opportunities will increase.
Creation of employment opportunity	Due to the spread of macadamia nut cultivation, employment opportunities for farmers will increase and the number of employees at processing plants will also increase.
Environmental protection	Excessive use of chemical fertilizers and synthetic pesticides.

If macadamia nut cultivation becomes widespread, and mature trees are properly grown and managed, it is possible to quantitatively harvest 5 to 35 kg of nuts per tree per year. If 35 kg can be harvested, then the farmer's income will be 28 to 73.5 US dollars per tree. If 10 trees are planted on one farm it will be possible to raise income by 280 to 735 US dollars per farm.

(2) Lessons Learned and Recommendation from the Survey

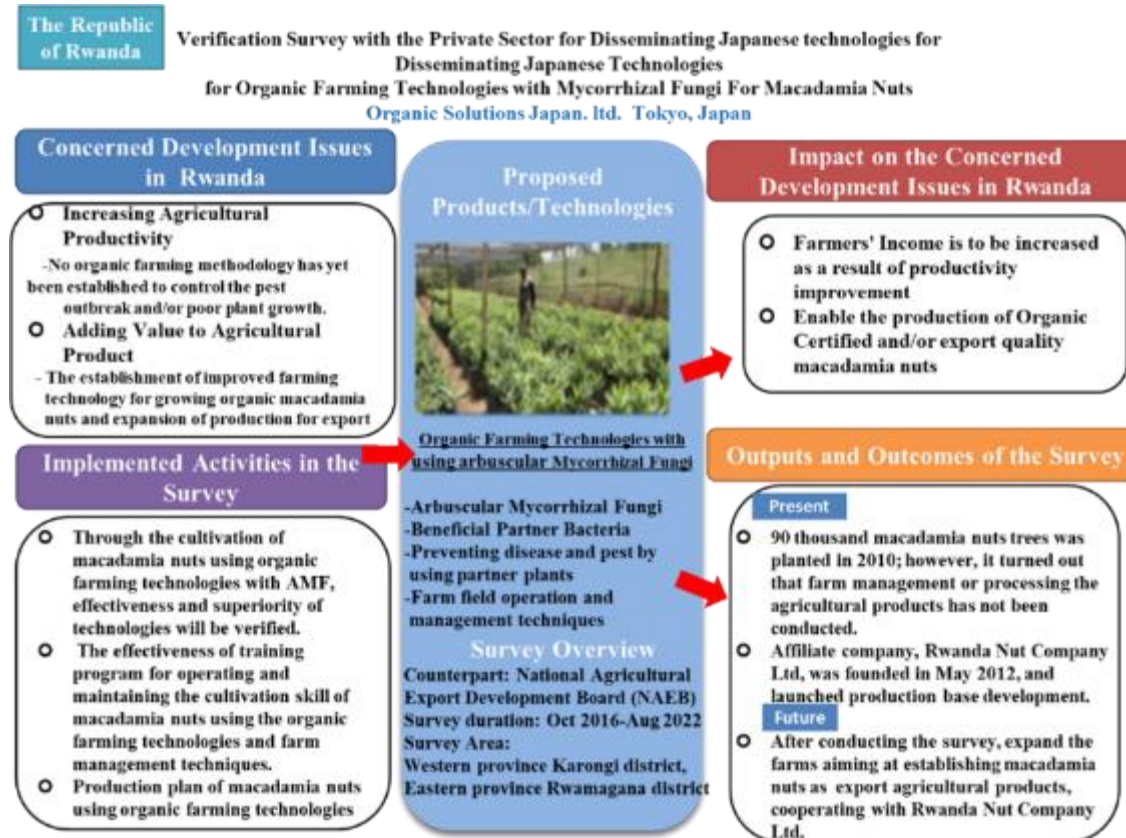
Necessity of a support program to obtain organic certification

The need for agricultural development (adding value and commercialization) exists in many African countries. The current consumption destination for agricultural products in Africa tends to be the home market and neighboring countries. But if these countries aim to add value and commercialize, they should consider a business model

that produces and exports agricultural products to Europe and the United States. The merits of producing exported agricultural products in Africa are (1) an abundant labor force, (2) vast areas of agricultural land, and (3) a short distance to consumption areas. In addition, this will lead to an improvement of farmers' agricultural technology in terms of producing agricultural products of sufficient quality for export.

In this project, Organic Solutions Japan and Rwanda Nut Company proved that organic macadamia nuts can be cultivated in Rwanda. However, the inspection costs for the certification body are very expensive and the process of preparing and obtaining all the organic certification required is very difficult. Therefore, if MINAGRI or NAEB can provide a support program for large farmers and unions to obtain organic certification, the high value-added and commercialization of agriculture in Rwanda will be accelerated.

ATTACHMENT 1: OUTLINE OF THE SURVEY



## ATTACHMENT 2: Progress Schedule

Activities	2016												2017												2018											
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12									
<p><b>Output 1</b> To verify the effectiveness and superiority of the technologies deployed through the cultivation of macadamia nuts using organic farming technologies with AMF.</p> <p>1-1) To effectively utilize organic farming technology using AMF, designate an appropriate test area after conducting ground leveling, collect data from the farm field and analyze the soil.</p>																																				
111)Ground leveling	.....																																			
112)Collecting the Data of the farm field	.....																																			
113)Designating test growing sections	.....																																			
<p>1-2) To collect and preserve mycorrhizal fungi in Rwanda.</p>																																				
121)Collecting mycorrhizal fungi in Rwanda	.....																																			
122)Preserving mycorrhizal fungi in Rwanda	.....																																			
<p>1-3) To procure partner bacteria and partner plants required for the verification.</p>																																				
131)Procuring partner bacteria	.....																																			
132)Procuring partner plants	.....																																			
<p>1-4) To plant second-year seedlings under the same conditions in each test-growing section of the designated farming field and cultivate them whilst changing the conditions of the microorganisms and fertilizers.</p>																																				
141)Inoculating with AMF and partner bacteria	.....																																			
142)Bentilal Planting	.....																																			
143)Operating Farm	.....																																			
<p>1-5) To confirm and analyze the difference between the growing conditions of seedlings in each test section through regular monitoring and select the optimal inoculating microorganisms, organic fertilizers, and partner plants for the local soil.</p>																																				
151)Measuring Tree Height	.....																																			
152)Measuring Color of Leaves	.....																																			
153)Analyzing Soil Component	.....																																			
154)Analyzing Leaf's Internal Etresness	.....																																			
155)AMF Infection Rate	.....																																			
156)Analyzing AMF Spore count	.....																																			
157)Measuring Soil transformation	.....																																			
158)Tree Densitometry Investigation	.....																																			
159)Nut Yield Survey	.....																																			
1510)Nut Quality	.....																																			
1511)Nut Oil Yield Survey	.....																																			
1512)Nut Oil Quality	.....																																			
1513)Pest Occurrence	.....																																			
1514)Selecting Optimal Combination	.....																																			
<p>1-6) To inoculate mature trees with AMF and partner bacteria, monitor the change in the yield and quality of the fruit, and analyze and compare the difference between inoculated and non-inoculated trees.</p>																																				
161)Inoculating with AMF and partner bacteria to mature trees	.....																																			
162)Mature Trees - Survey on the growth difference between inoculated trees and Non-inoculated trees.	.....																																			
163)Mature Trees - Survey on the growth difference between AMF inoculated and Non-AMF inoculated trees	.....																																			
164)Mature Trees - Nut Yield Survey	.....																																			
165)Mature Trees - Nut Quality Survey	.....																																			
166)Mature Trees - Nut Oil Yield Survey	.....																																			
167)Mature Trees - Analyzing Nut Oil Quality	.....																																			
<p>1-7) Based on the analysis of 1-5) and 1-6) develop an optimal organic fertilizer and beneficial microbial material for local farms with an affiliated company, i.e., Rwanda Nut Company. (Where possible, raw materials will be procured locally).</p>																																				
171)Development of Organic Fertilizer	.....																																			
172)Production of Organic Fertilizer	.....																																			
173)Optimization of Beneficial Microbial Material	.....																																			
<p><b>Output 2</b> To verify effectiveness of the training program used for operating and maintaining the cultivation skills required for macadamia nut production using organic farming technologies and farm management techniques.</p>																																				
<p>2-1) To employ farmers for field operations and management and train them in organic farming technologies and farm management techniques in cooperation with RNU.</p>																																				
211)Employment of Farmers	.....																																			
212)Organic Farming Technical Guidance	.....																																			
213)Technical Guidance on Agricultural Farm Management	.....																																			
<p>2-2) To organize seminars on the risk of AMF in agriculture and the importance of organic farming. The seminars are aimed at agricultural extension workers from relevant Rwandan government institutions to develop their knowledge about AMF and the organic cultivation of macadamia nuts.</p>																																				
221)Preparation for Seminar	.....																																			
222)Asking C/P for sending Agricultural Farm Disseminating Material	.....																																			
223)Holding a Seminar	.....																																			
224)Questionnaire accumulation on seminar	.....																																			
<p>2-3) To share the progress of activities 2-1) and 2-2) with NAEF every six months, discuss technology utilization for the forthcoming period, and confirm what steps are to be taken if necessary.</p>																																				
231)Share the progress status and consult with C/P	.....																																			
<p>2-4) To plan and coordinate with NAEF the exhibition center "Center of Excellence" which will be a base for human resource development and the creation of new organic farming business in East Africa after completion of the project.</p>																																				
241)Consulting deployment of "Center of Excellence" and setting up challenge	.....																																			
242)Consulting with "Center of Excellence" C/P	.....																																			
<p><b>Output 3</b> The JICA Survey Team to develop a production plan for macadamia nuts using organic farming technologies and farm management techniques, as well as a business plan, with support from NAEF.</p>																																				
<p>3-1) To study and analyze, through documentary research, the current and forecast demand for macadamia nuts in international markets.</p>																																				
311)Analyzing Market and Demand forecast	.....																																			
<p>3-2) To survey and analyze country risk including political, economic and social factors, financial risks such as foreign exchange, taxation and judiciary as well as other risks which could affect macadamia nut cultivation in Rwanda (i.e., natural disasters, a stable water supply and the price increase of raw microbial materials such as molasses).</p>																																				
321)Various Risk Survey	.....																																			
<p>3-3) To carry out test marketing using harvested macadamia nuts to research and analyze the key factors to market them successfully.</p>																																				
331)Harvest of Nuts	.....																																			
332)Processing of Nuts	.....																																			
333)Planning Test Marketing	.....																																			
334)Implementation of Test Marketing	.....																																			
335)Analyzing Test Marketing Result	.....																																			
<p>3-4) To survey and analyze how much value can be added in Rwanda when the macadamia nut is certified as organic.</p>																																				
341)Survey on Organic Certification System	.....																																			
342)Organic Nuts Market Price Survey	.....																																			
<p>3-5) Based on the survey results of 3-1) to 3-4) reflect on the key issues for disseminating knowledge about the production of organic macadamia nuts in Rwanda.</p>																																				
351)Sorting out challenges for disseminating Organic macadamia nuts production	.....																																			
<p>3-6) To consider, with the support of NAEF, the production plan for macadamia nuts using organic farming technology in Rwanda.</p>																																				
361)Production Plan Making	.....																																			
362)Consultation with C/P on Production Planning	.....																																			
<p>3-7) Seek to establish a value chain for domestic and international consumption, conduct processing, distribution and test marketing of the harvested macadamia nuts leveraging RNU's existing production facilities and sales network.</p>																																				
371)Setting Furchase Price for the Organic Nuts produced by Farmer	.....																																			
372)Finalizing Organic Nuts Processing Procedure	.....																																			

Activities	2019												2020年												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>[Output 1] To verify the effectiveness and superiority of the technologies deployed through the cultivation of macadamia nuts using organic farming technologies with AMF.</b>																									
1-1) To effectively utilize organic farming technology using AMF, designate an appropriate test area after conducting ground leveling, collect data from the farm field and analyze the soil.																									
111)Ground leveling																									
112)Collecting the Data of the farm field																									
113)Designating test growing sections																									
1-2) To collect and preserve mycorrhizal fungi in Rwanda.																									
121)Collecting mycorrhizal fungi in Rwanda																									
122)Preserving mycorrhizal fungi in Rwanda																									
1-3) To procure partner bacteria and partner plants required for the verification.																									
131)Procuring partner bacteria																									
132)Procuring partner plants																									
1-4) To plant second-year seedlings under the same conditions in each test-growing section of the designated farming field and cultivate them whilst changing the conditions of the microorganisms and fertilizers.																									
141)Inoculating with AMF and partner bacteria																									
142)Seedling Planting																									
143)Spraying Fungus																									
1-5) To confirm and analyze the difference between the growing conditions of seedlings in each test section through regular monitoring and select the optimal inoculating microorganisms, organic fertilizers, and partner plants for the local soil.																									
151)Measuring Tree Height																									
152)Measuring Color of Leaves																									
153)Analyzing Soil Component																									
154)Analyzing Leaf's Internal Element																									
155)AMF Infection Rate																									
156)Analyzing AMF Spore count																									
157)Measuring Soil transformation																									
158)Trees Dismantling Investigation																									
159)Nut Yield Survey																									
1510)Analyzing Nut Quality																									
1511)Nut Oil Yield Survey																									
1512)Analyzing Nut Oil Quality																									
1513)Pest Occurrence																									
1514)Selecting Optimal Combination																									
1-6) To inoculate mature trees with AMF and partner bacteria, monitor the change in the yield and quality of the fruit, and analyze and compare the difference between inoculated and non-inoculated trees.																									
161)Inoculating with AMF and partner bacteria to mature trees																									
162)Mature Trees : Survey on the growth-difference between inoculated trees and Non-inoculated trees.																									
163)Mature Trees : Survey on the Nut Yield Difference and Quality Difference between AMF inoculated and Non-inoculated																									
164)Mature Trees : Nut Yield Survey																									
165)Mature Trees : Nut Quality Survey																									
166)Mature Trees : Nut Oil Yield Survey																									
167)Mature Trees : Analyzing Nut Oil Quality																									
1-7) Based on the analysis of 1-5) and 1-6) develop and produce an optimal organic fertilizer and beneficial microbial material for local farms with an affiliated company, i.e. Rwanda Nut Company. (Where possible, raw materials will be procured locally).																									
171)Development of Organic Fertilizer																									
172)Production of Organic Fertilizer																									
173)Optimization of Beneficial Microbial Material																									
<b>[Output 2] To verify effectiveness of the training program used for operating and maintaining the cultivation skills required for macadamia nut production using organic farming technologies and farm management techniques.</b>																									
2-1) To employ farmers for field operations and management and train them in organic farming technologies and farm management techniques in cooperation with RNTT.																									
211)Employment of Farmers																									
212)Organic Farming Technical Guidance																									
213)Technical Guidance on Agricultural Farm Management																									
2-2) To organize seminars on the role of AMF in agriculture and the importance of organic farming. The seminars are aimed at agricultural extension workers from relevant Rwandan government institutions to develop their knowledge about AMF and the organic cultivation of macadamia nuts.																									
221)Preparation for Seminar																									
222)Asking C/P for sending Agricultural Farm Disseminating Member																									
223)Holding a Seminar																									
224)Questionnaire accumulation on seminar																									
2-3) To share the progress of activities 2-1) and 2-2) with NAEB every six months, discuss technology utilization for the forthcoming period, and confirm what steps are to be taken if necessary.																									
231)Share the progress status and consult with C/P																									
2-4) To plan and coordinate with NAEB the exhibition center "Center of Excellence" which will be a base for human resource development and the creation of new organic farming business in East Africa after completion of the project.																									
241)Considering deployment of "Center of Excellence" and setting out challenges																									
242)Coordinating with "Center of Excellence" C/P																									
<b>[Output 3] The JICA Survey Team to develop a production plan for macadamia nuts using organic farming technologies and farm management techniques, as well as a business plan, with support from NAEB.</b>																									
3-1) To study and analyze, through documentary research, the current and forecast demand for macadamia nuts in international markets.																									
311)Analyzing Market and Demand forecast																									
3-2) To survey and analyze country risk including political, economic and social factors, financial risks such as foreign exchange, taxation and judiciary as well as other risks which could affect macadamia nut cultivation in Rwanda (i.e., natural disasters, a stable water supply and the price increase of raw microbial materials such as molasses).																									
321)Various Risk Survey																									
3-3) To carry out test marketing using harvested macadamia nuts to research and analyze the key factors to market them successfully.																									
331)Harvest of Nuts																									
332)Processing of Nuts																									
333)Planning Test Marketing																									
334)Implementation of Test Marketing																									
335)Analyzing Test Marketing Result																									
3-4) To survey and analyze how much value can be added in Rwanda when the macadamia nut is certified as organic.																									
341)Survey on Organic Certification System																									
342)Organic Nuts Market Price Survey																									
3-5) Based on the survey results of 3-1) to 3-4) to reflect on the key issues for disseminating knowledge about the production of organic macadamia nuts in Rwanda.																									
351)Sorting out challenges for disseminating Organic-macadamia nuts production																									
3-6) To consider, with the support of NAEB, the production plan for macadamia nuts using organic farming technology in Rwanda.																									
361)Production Plan Making																									
362)Consultation with C/P on Production Planning																									
3-7) Seek to establish a value chain for domestic and international consumption, conduct processing, distribution and test marketing of the harvested macadamia nuts leveraging RNTT's existing production facilities and sales network.																									
371)Setting Purchase Price for the Organic Nuts produced by Farmer																									
372)Drafting out Organic Nuts Processing Procedure																									



Activities	2021												2022				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
<b>(Output 1) To verify the effectiveness and superiority of the technologies deployed through the cultivation of macadamia nuts using organic farming technologies with AMF.</b>																	
1-1) To effectively utilize organic farming technology using AMF, designate an appropriate test area after conducting ground leveling, collect data from the farm field and analyze the soil.																	
111)Ground leveling																	
112)Collecting the Data of the farm field																	
113)Designating test growing sections																	
1-2) To collect and preserve mycorrhizal fungi in Rwanda.																	
121)Collecting mycorrhizal Fungi in Rwanda																	
122)Preserving mycorrhizal fungi in Rwanda																	
1-3) To procure partner bacteria and partner plants required for the verification.																	
131)Procuring partner bacteria																	
132)Procuring partner plants																	
1-4) To plant second-year seedlings under the same conditions in each test-growing section of the designated farming field and cultivate them whilst changing the conditions of the microorganisms and fertilizers.																	
141)Inoculating with AMF and partner bacteria																	
142)Sifted Planting																	
143)Operating Farm																	
1-5) To confirm and analyze the difference between the growing conditions of seedlings in each test section through regular monitoring and select the optimal inoculating microorganisms, organic fertilizers, and partner plants for the local soil.																	
151)Measuring Tree Height																	
152)Measuring Color of Leaves																	
153)Analyzing Soil Component																	
154)Analyzing Leaf's Internal Element																	
155)AMF Infection Rate																	
156)Analyzing AMF Spore count																	
157)Measuring Soil transformation																	
158)Trees Dismantling Investigation																	
159)Nut Yield Survey																	
1510)Analyzing Nut Quality																	
1511)Nut Oil Yield Survey																	
1512)Analyzing Nut Oil Quality																	
1513)Pest Occurrence																	
1514)Selecting Optimal Combination																	
1-6) To inoculate mature trees with AMF and partner bacteria, monitor the change in the yield and quality of the fruit, and analyze and compare the difference between inoculated and non-inoculated trees.																	
161)Inoculating with AMF and partner bacteria to mature trees																	
162)Mature Trees : Survey on the growth difference between inoculated trees and Non-inoculated trees.																	
163)Mature Trees : Survey on nut yield, nut appearance and Quality Difference between AMF inoculated and Non-inoculated trees.																	
164)Mature Trees : Nut Yield Survey																	
165)Mature Trees : Nut Quality Survey																	
166)Mature Trees : Nut Oil Yield Survey																	
167)Mature Trees : Analyzing Nut Oil Quality																	
1-7) Based on the analysis of 1-5) and 1-6) develop and produce an optimal organic fertilizer and beneficial microbial material for local farms with an affiliated company, i.e., Rwanda Nut Company. (Where possible, raw materials will be procured locally).																	
171)Development of Organic Fertilizer																	
172)Production of Organic Fertilizer																	
173)Production of Beneficial Microbial Material																	
<b>(Output 2) To verify effectiveness of the training program used for operating and maintaining the cultivation skills required for macadamia nut production using organic farming technologies and farm management techniques.</b>																	
2-1) To employ farmers for field operations and management and train them in organic farming technologies and farm management techniques in cooperation with RNUIT.																	
211)Employment of Farmers																	
212)Organic Farming Technical Guidance																	
213)Technical Guidance on Agricultural Farm Management																	
2-2) To organize seminars on the role of AMF in agriculture and the importance of organic farming. The seminars are aimed at agricultural extension workers from relevant Rwandan government institutions to develop their knowledge about AMF and the organic cultivation of macadamia nuts.																	
221)Preparation for Seminar																	
222)Asking C/P for sending Agricultural Farm Disseminating Member																	
223)Holding a Seminar																	
224)Questionnaire accumulation on seminar																	
2-3) To share the progress of activities 2-1) and 2-2) with NAEB every six months, discuss technology utilization for the forthcoming period, and confirm what steps are to be taken if necessary.																	
231)Share the progress status and consult with C/P																	
2-4) To plan and coordinate with NAEB the exhibition center "Center of Excellence" which will be a base for human resource development and the creation of new organic farming business in East Africa after completion of the project.																	
241)Consulting department of "Center of Excellence" and sorting out challenges																	
242)Coordinating with "Center of Excellence" C/P																	
<b>(Output 3) The JICA Survey Team to develop a production plan for macadamia nuts using organic farming technologies and farm management techniques, as well as a business plan, with support from NAEB.</b>																	
3-1) To study and analyze, through documentary research, the current and forecast demand for macadamia nuts in international markets.																	
311)Analyzing Market and Demand forecast																	
3-2) To survey and analyze country risk including political, economic and social factors, financial risks such as foreign exchange, taxation and judiciary as well as other risks which could affect macadamia nut cultivation in Rwanda (i.e., natural disasters, public safety issues and the price increase of raw microbial materials such as molasses).																	
321)Various Risk Survey																	
3-3) To carry out test marketing using harvested macadamia nuts to research and analyze the key factors to market them successfully.																	
331)Harvest of Nuts																	
332)Processing of Nuts																	
333)Planning Test Marketing																	
334)Implementation of Test Marketing																	
335)Analyzing Test Marketing Result																	
3-4) To survey and analyze how much value can be added in Rwanda when the macadamia nut is certified as organic.																	
341)Survey on Organic Certification System																	
342)Organic Nuts Market Price Survey																	
3-5) Based on the survey results of 3-1) to 3-4) to reflect on the key issues for disseminating knowledge about the production of organic macadamia nuts in Rwanda.																	
351)Sorting out challenges for disseminating Organic macadamia nuts production																	
3-6) To consider, with the support of NAEB, the production plan for macadamia nuts using organic farming technology in Rwanda.																	
361)Production Plan Making																	
362)Consultation with C/P on Production Planning																	
3-7) Seek to establish a value chain for domestic and international consumption, conduct processing, distribution and test marketing of the harvested macadamia nuts leveraging RNUIT's existing production facilities and sales network.																	
371)Setting Purchase Price for the Organic Nuts produced by Farmer																	
372)Drafting out Organic Nuts Processing Procedure																	
In Rwanda assignment (plan) ..... In Rwanda assignment (actual) ..... In Japan assignment (plan) ..... In Japan assignment (actual) .....																	

# ATTACHMENT 3: Manning Schedule

[In Rwanda]

No.	Name	Assignment	Company	Plan Actual	trips	year																																				Total Days	Total MM
						2016												2017												2018													
						10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	Hida Komori	Team Leader	Organic Solutions Japan Ltd	Plan	8	[Manning schedule for 2016-2018]																																				79	2.63
						Actual	[Manning schedule for 2016-2018]																																				
2	Momoko Harada	On-site coordinator/C/P coordination contact	Organic Solutions Japan Ltd (Reinforcement Rwanda Nut Company Ltd)	Plan	8		[Manning schedule for 2016-2018]																																				69
						Actual	[Manning schedule for 2016-2018]																																				
3	Yoshimitsu Iida	Farm Operation and Management	Organic Solutions Japan Ltd (Reinforcement Rwanda Nut Company Ltd)	Plan	8		[Manning schedule for 2016-2018]																																				180
						Actual	[Manning schedule for 2016-2018]																																				
4	Yuga Kasai	Human Resources and Labor Management	Organic Solutions Japan Ltd (Reinforcement Rwanda Nut Company Ltd)	Plan	8		[Manning schedule for 2016-2018]																																				168
						Actual	[Manning schedule for 2016-2018]																																				
5	Takaaki Ishii	Chief Advisor	Individual	Plan	8		[Manning schedule for 2016-2018]																																				105
						Actual	[Manning schedule for 2016-2018]																																				
6	Motohito Yoneda	Research and Development	Individual	Plan	4		[Manning schedule for 2016-2018]																																				56
						Actual	[Manning schedule for 2016-2018]																																				
7	Keiko Ota	Operation Control and Project Assistant	Individual	Plan	11		[Manning schedule for 2016-2018]																																				88
						Actual	[Manning schedule for 2016-2018]																																				
No.	Name	Assignment	Company	Plan Actual	trips		year																																				Total Days
						2019												2020												2021													
						10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	Hida Komori	Team Leader	Organic Solutions Japan Ltd	Plan	8	[Manning schedule for 2019-2021]																																				74	2.47
						Actual	[Manning schedule for 2019-2021]																																				
2	Momoko Harada	On-site coordinator/C/P coordination contact	Organic Solutions Japan Ltd (Reinforcement Rwanda Nut Company Ltd)	Plan	8		[Manning schedule for 2019-2021]																																				188
						Actual	[Manning schedule for 2019-2021]																																				
3	Yoshimitsu Iida	Farm Operation and Management	Organic Solutions Japan Ltd (Reinforcement Rwanda Nut Company Ltd)	Plan	8		[Manning schedule for 2019-2021]																																				187
						Actual	[Manning schedule for 2019-2021]																																				
4	Yuga Kasai	Human Resources and Labor Management	Organic Solutions Japan Ltd (Reinforcement Rwanda Nut Company Ltd)	Plan	8		[Manning schedule for 2019-2021]																																				141
						Actual	[Manning schedule for 2019-2021]																																				
5	Takaaki Ishii	Chief Advisor	Individual	Plan	8		[Manning schedule for 2019-2021]																																				96
						Actual	[Manning schedule for 2019-2021]																																				
6	Motohito Yoneda	Research and Development	Individual	Plan	4		[Manning schedule for 2019-2021]																																				42
						Actual	[Manning schedule for 2019-2021]																																				
7	Keiko Ota	Operation Control and Project Assistant	Individual	Plan	11		[Manning schedule for 2019-2021]																																				58
						Actual	[Manning schedule for 2019-2021]																																				

[In Japan]

No.	Name	Assignment	Company	Plan/trips	Actual/trips	year																																				Total Days	Total MM
						2016												2017												2018													
						10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	Hideya Komori	Team Leader	Organic Solutions Japan Ltd	Plan						18																																	
				Actual																																							
2	Takaaki Ishii	Chief Advisor	Individual	Plan																																							
				Actual																																							
3	Motohito Yoneda	Research and Development	Individual	Plan																																							
				Actual																																							
4	Keiko Ota	Operation Control and Project Assistant	Individual	Plan																																							
				Actual																																							
5	Mayumi Arimura	Report Preparation support/Accounting support	Individual	Plan																																							
				Actual																																							
1	Hideya Komori	Team Leader	Organic Solutions Japan Ltd	Plan																																							
				Actual																																							
2	Takaaki Ishii	Chief Advisor	Individual	Plan																																							
				Actual																																							
3	Motohito Yoneda	Research and Development	Individual	Plan																																							
				Actual																																							
4	Keiko Ota	Operation Control and Project Assistant	Individual	Plan																																							
				Actual																																							
5	Mayumi Arimura	Report Preparation support/Accounting support	Individual	Plan																																							
				Actual																																							
1	Hideya Komori	Team Leader	Organic Solutions Japan Ltd	Plan																																							
				Actual																																							
2	Takaaki Ishii	Chief Advisor	Individual	Plan																																							
				Actual																																							
3	Motohito Yoneda	Research and Development	Individual	Plan																																							
				Actual																																							
4	Keiko Ota	Operation Control and Project Assistant	Individual	Plan																																							
				Actual																																							
5	Mayumi Arimura	Report Preparation support/Accounting support	Individual	Plan																																							
				Actual																																							
1	Hideya Komori	Team Leader	Organic Solutions Japan Ltd	Plan																																							
				Actual																																							
2	Takaaki Ishii	Chief Advisor	Individual	Plan																																							
				Actual																																							
3	Motohito Yoneda	Research and Development	Individual	Plan																																							
				Actual																																							
4	Keiko Ota	Operation Control and Project Assistant	Individual	Plan																																							
				Actual																																							
5	Mayumi Arimura	Report Preparation support/Accounting support	Individual	Plan																																							
				Actual																																							
1	Hideya Komori	Team Leader	Organic Solutions Japan Ltd	Plan																																							
				Actual																																							
2	Takaaki Ishii	Chief Advisor	Individual	Plan																																							
				Actual																																							
3	Motohito Yoneda	Research and Development	Individual	Plan																																							
				Actual																																							
4	Keiko Ota	Operation Control and Project Assistant	Individual	Plan																																							
				Actual																																							
5	Mayumi Arimura	Report Preparation support/Accounting support	Individual	Plan																																							
				Actual																																							
1	Hideya Komori	Team Leader	Organic Solutions Japan Ltd	Plan																																							
				Actual																																							
2	Takaaki Ishii	Chief Advisor	Individual	Plan																																							
				Actual																																							
3	Motohito Yoneda	Research and Development	Individual	Plan																																							
				Actual																																							
4	Keiko Ota	Operation Control and Project Assistant	Individual	Plan																																							
				Actual																																							
5	Mayumi Arimura	Report Preparation support/Accounting support	Individual	Plan																																							
				Actual																																							
1	Hideya Komori	Team Leader	Organic Solutions Japan Ltd	Plan																																							
				Actual																																							
2	Takaaki Ishii	Chief Advisor	Individual	Plan																																							
				Actual																																							
3	Motohito Yoneda	Research and Development	Individual	Plan																																							

別添資料

1. 作業工程表

表 37 作業工程表(2016~2017年)

調査項目	2016年					2017年									
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
準備作業	[00]業務計画書・業務計画書要約作成	■													
	[01]キックオフミーティング	■													
	[02]機材調達	■													
成果1：「AMPを中核とした有機農業技術を用いたマカダミアナッツの栽培を通じて、同技術の有用性・優位性が確認される。」に係る活動	[111]整地作業	■	■	■											
	[112]圃場土壌データ収集	■													
	[113]試験区画設定	■													
	[121]菌根菌の採取	■													
	[122]菌根菌の保存	■													
	[131]パートナー細菌調達	■													
	[132]パートナー植物調達	■													
	[141]AMPとパートナー細菌接種作業	■													
	[142]定植作業	■	■	■											
	[143]農園運営	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	[151]樹高計測	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	[152]葉色測定	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	[153]土壌成分分析														
	[154]葉内要素分析														
	[155]菌根感染率														
	[156]菌根菌胞子数分析														
	[157]土壌の変化測定	■													
	[158]樹木解体調査														
	[159]果実収量調査														
	[1510]果実品質分析														
	[1511]果実オイルの収量調査														
	[1512]果実オイルの品質分析														
	[1513]害虫発生状況														
	[1514]最適な組み合わせを選定														
	[161]成木への菌根菌とパートナー細菌接種														
	[162]成木：接種樹と無接種樹との成長差の比較調査														
	[163]成木：接種樹と無接種樹との果実収量および果実品質の比較調査														
	[164]成木：果実収量調査														
	[165]成木：果実品質分析														
	[166]成木：果実オイルの収量調査														
	[167]成木：果実オイルの品質分析														
[171]有機肥料の開発															
[172]有機肥料の生産															
[173]有益微生物資材の最適化															

調査項目	2016年						2017年								
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
成果2：「有機農業技術及び農園管理技術を用いたマカダミアナッツの栽培に関するルワンダ国関係者の知識が醸成され、技術が向上する。」に係る活動	[211] 農民の雇用	.....													
	[212] 有機農業技術指導	.....													
	[213] 農園管理技術指導	.....													
	[221] セミナー準備														
	[222] C/Pへ農業普及員派遣依頼														
	[223] セミナー開催														
	[224] セミナーのアンケート集計														
	[231] C/Pへの進捗状況の共有と協議							.....	.....					.....	.....
	[241] 「センター・オブ・エクセレンス」展開方法と課題の整理							.....							
[242] 「センター・オブ・エクセレンス」C/Pと調整															
成果3：「農業動物資源省と受注者により当該技術を用いたマカダミアナッツの生産計画及び事業展開計画案が作成される。」に係る活動	[311] 市場や需要予測の分析						.....								
	[321] 各種リスク調査														
	[331] ナッツの収穫														
	[332] ナッツの加工														
	[333] テストマーケティング計画立案														
	[334] テストマーケティング実施														
	[335] テストマーケティング結果の分析														
	[341] 有機認証制度調査							.....							
	[342] 有機ナッツ市場価格調査	.....													
	[351] 有機ナッツ生産を普及展開していく上での課題の整理							.....							
	[361] 生産計画案作成														
	[362] C/Pと生産計画案について協議														
[371] 農民が有機ナッツを生産した場合の買い取り価格の設定															
[372] 有機ナッツ用加工過程案作成															
国内作業	[401] 進捗報告書の作成・協議						.....								
	[402] 業務完了報告書（案）協議・作成														
	[403] 業務完了報告書、要約 協議・作成（和文・英文）														

凡例  
..... 現地業務（予定）  
..... 現地業務（実績）  
..... 国内作業（予定）  
..... 国内作業（実績）

表 38 作業工程表(2018年)

調査項目	2018年												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
準備作業	[00]業務計画書・業務計画書要約作成												
	[01]キックオフミーティング												
	[02]機材調達		■										
成果1：「AMFを中核とした有機農業技術を用いたマカダミアナッツの栽培を通じて、同技術の有用性・優位性が確認される。」に係る活動	[111]整地作業												
	[112]圃場土壌データ収集												
	[113]試験区画設定												
	[121]菌根菌の採取												
	[122]菌根菌の保存												
	[131]パートナー細菌調達												
	[132]パートナー植物調達												
	[141]AMFとパートナー細菌接種作業												
	[142]定植作業												
	[143]農園運営	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	[151]樹高計測	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	[152]葉色測定	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	[153]土壌成分分析					■	■						
	[154]葉内要素分析					■	■						
	[155]菌根感染率							■	■				
	[156]菌根菌胞子数分析							■	■				
	[157]土壌の変化測定									■	■		
	[158]樹木解体調査												
	[159]果実収量調査												
	[1510]果実品質分析												
	[1511]果実オイルの収量調査												
	[1512]果実オイルの品質分析												
	[1513]害虫発生状況	■	■					■	■	■	■	■	■
	[1514]最適な組み合わせを選定												
	[161]成木への菌根菌とパートナー細菌接種												
	[162]成木：接種樹と無接種樹との成長差の比較調査												
	[163]成木：接種樹と無接種樹との果実収量および果実品質の比較調査												
	[164]成木：果実収量調査												
	[165]成木：果実品質分析												
	[166]成木：果実オイルの収量調査												
	[167]成木：果実オイルの品質分析												
	[171]有機肥料の開発	■	■	■	■								
	[172]有機肥料の生産	■	■										
[173]有益微生物資材の最適化													

調査項目		2018年											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
成果2：「有機農業技術及び農園管理技術を用いたマカダミアナッツの栽培に関するルワンダ国関係者の知識が醸成され、技術が向上する。」に係る活動	[211] 農氏の雇用												
	[212] 有機農業技術指導												
	[213] 農園管理技術指導												
	[221] セミナー準備												
	[222] C/Pへ農業普及員派遣依頼												
	[223] セミナー開催												
	[224] セミナーのアンケート集計												
	[231] C/Pへの進捗状況の共有と協議	●●●●	●●●●				●●●●	●●		—			
	[241] 「センター・オブ・エクセレンス」展開方法と課題の整理									●●			
	[242] 「センター・オブ・エクセレンス」C/Pと調整												
成果3：「農業動物資源省と受注者により当該技術を用いたマカダミアナッツの生産計画及び事業展開計画案が作成される。」に係る活動	[311] 市場や需要予測の分析						●●						
	[321] 各種リスク調査												
	[331] ナッツの収穫												
	[332] ナッツの加工												
	[333] テストマーケティング計画立案												
	[334] テストマーケティング実施												
	[335] テストマーケティング結果の分析												
	[341] 有機認証制度調査												
	[342] 有機ナッツ市場価格調査												
	[351] 有機ナッツ生産を普及展開していく上での課題の整理									●●			
	[361] 生産計画案作成												
	[362] C/Pと生産計画案について協議												
	[371] 農氏が有機ナッツを生産した場合の買い取り価格の設定	●●●●	—										
[372] 有機ナッツ用加工過程案作成													
国内作業	[401] 進捗報告書の作成・協議		—	●●●●					—	●●●●			
	[402] 業務完了報告書（案）協議・作成												
	[403] 業務完了報告書、要約 協議・作成（和文・英文）												
凡例		●●●●●●	—	●●●●●●	—								
		現地業務（予定）	現地業務（実績）	国内作業（予定）	国内作業（実績）								

表 39 作業工程表(2019年)

調査項目		2019年											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
準備作業	[00]業務計画書・業務計画書要約作成												
	[01]キックオフミーティング												
	[02]機材調達												
成果1：「AMFを中核とした有機農業技術を用いたマガミアップルの栽培を通じて、同技術の有用性・優位性が確認される。」に係る活動	[111]整地作業												
	[112]圃場土壌データ収集												
	[113]試験区画設定												
	[121]菌根菌の採取												
	[122]菌根菌の保存												
	[131]パートナー細菌調達												
	[132]パートナー植物調達												
	[141]AMFとパートナー細菌接種作業												
	[142]定植作業												
	[143]農園運営												
	[151]樹高計測												
	[152]葉色測定												
	[153]土壌成分分析												
	[154]葉内要素分析												
	[155]菌根感染率												
	[156]菌根菌胞子数分析												
	[157]土壌の変化測定												
	[158]樹木解体調査												
	[159]果実収量調査												
	[1510]果実品質分析												
	[1511]果実オイルの収量調査												
	[1512]果実オイルの品質分析												
	[1513]害虫発生状況												
	[1514]最適な組み合わせを選定												
	[161]成木への菌根菌とパートナー細菌接種												
	[162]成木：接種樹と無接種樹との成長差の比較調査												
	[163]成木：接種樹と無接種樹との果実収量および果実品質の比較調査												
	[164]成木：果実収量調査												
	[165]成木：果実品質分析												
	[166]成木：果実オイルの収量調査												
	[167]成木：果実オイルの品質分析												
[171]有機肥料の開発													
[172]有機肥料の生産													
[173]有益微生物資材の最適化													



調査項目		2019年											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
成果2：「有機農業技術及び農園管理技術を用いたマカダミアナッツの栽培に関するルワンダ関係者の知識が醸成され、技術が向上する。」に係る活動	[211] 農民の雇用												
	[212] 有機農業技術指導												
	[213] 農園管理技術指導												
	[221] セミナー準備												
	[222] C/Pへ農業普及員派遣依頼												
	[223] セミナー開催												
	[224] セミナーのアンケート集計												
	[231] C/Pへの進捗状況の共有と協議												
	[241] 「センター・オブ・エクセレンス」展開方法と課題の整理												
	[242] 「センター・オブ・エクセレンス」C/Pと調整												
成果3：「農業動物資源省と受注者により当該技術を用いたマカダミアナッツの生産計画及び事業展開計画案が作成される。」に係る活動	[311] 市場や需要予測の分析												
	[321] 各種リスク調査												
	[331] ナッツの収穫												
	[332] ナッツの加工												
	[333] テストマーケティング計画立案												
	[334] テストマーケティング実施												
	[335] テストマーケティング結果の分析												
	[341] 有機認証制度調査												
	[342] 有機ナッツ市場価格調査												
	[351] 有機ナッツ生産を普及展開していく上での課題の整理												
	[361] 生産計画案作成												
	[362] C/Pと生産計画案について協議												
	[371] 農民が有機ナッツを生産した場合の買い取り価格の設定												
[372] 有機ナッツ用加工過程案作成													
国内作業	[401] 進捗報告書の作成・協議												
	[402] 業務完了報告書(案) 協議・作成												
	[403] 業務完了報告書、要約 協議・作成(和文・英文)												

凡例  
..... 現地業務 (予定)  
———— 現地業務 (実績)  
..... 国内作業 (予定)  
———— 国内作業 (実績)

表 40 作業工程表(2020年)

調査項目	2020年												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
準備作業	[00]業務計画書・業務計画書要約作成												
	[01]キックオフミーティング												
	[02]機材調達												
成果1：「AMFを中核とした有機農業技術を用いたマカダミアナッツの栽培を通じて、同技術の有用性・優位性が確認される。」に係る活動	[111]整地作業												
	[112]圃場土壌データ収集												
	[113]試験区画設定												
	[121]菌根菌の採取												
	[122]菌根菌の保存												
	[131]パートナー細菌調達												
	[132]パートナー植物調達												
	[141]AMFとパートナー細菌接種作業												
	[142]定植作業												
	[143]農園運営												
	[151]樹高計測												
	[152]葉色測定												
	[153]土壌成分分析												
	[154]葉内要素分析												
	[155]菌根感染率												
	[156]菌根菌胞子数分析												
	[157]土壌の変化測定												
	[158]樹木解体調査												
	[159]果実収量調査												
	[1510]果実品質分析												
	[1511]果実オイルの収量調査												
	[1512]果実オイルの品質分析												
	[1513]害虫発生状況												
	[1514]最適な組み合わせを選定												
	[161]成木への菌根菌とパートナー細菌接種												
	[162]成木：接種樹と無接種樹との成長差の比較調査												
	[163]成木：接種樹と無接種樹との果実収量および果実品質の比較調査												
	[164]成木：果実収量調査												
	[165]成木：果実品質分析												
	[166]成木：果実オイルの収量調査												
	[167]成木：果実オイルの品質分析												
	[171]有機肥料の開発												
	[172]有機肥料の生産												
[173]有益微生物資材の最適化													

調査項目		2020年														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10	11			
成果2：「有機農業技術及び農園管理技術を用いたマカダミアナッツの栽培に関するルワンダ関係者の知識が醸成され、技術が向上する。」に係る活動	[211]農民の雇用															
	[212]有機農業技術指導															
	[213]農園管理技術指導															
	[221]セミナー準備															
	[222]C/Pへ農業普及員派遣依頼															
	[223]セミナー開催															
	[224]セミナーのアンケート集計															
	[231]C/Pへの進捗状況の共有と協議															
	[241]「センター・オブ・エクセレンス」展開方法と課題の整理															
	[242]「センター・オブ・エクセレンス」C/Pと調整															
成果3：「農業動物資源省と受注者により当該技術を用いたマカダミアナッツの生産計画及び事業展開計画案が作成される。」に係る活動	[311]市場や需要予測の分析															
	[321]各種リスク調査															
	[331]ナッツの収穫															
	[332]ナッツの加工															
	[333]テストマーケティング計画立案															
	[334]テストマーケティング実施															
	[335]テストマーケティング結果の分析															
	[341]有機認証制度調査															
	[342]有機ナッツ市場価格調査															
	[351]有機ナッツ生産を普及展開していく上での課題の整理															
	[361]生産計画案作成															
	[362]C/Pと生産計画案について協議															
	[371]農民が有機ナッツを生産した場合の買い取り価格の設定															
[372]有機ナッツ用加工過程案作成																
国内作業	[401]進捗報告書の作成・協議															
	[402]業務完了報告書（案）協議・作成															
	[403]業務完了報告書、要約 協議・作成(和文・英文)															
凡例																
.....																
————																
.....																
————																

表 41 作業工程表(2021年)

調査項目	2021年												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
準備作業	[00]業務計画書・業務計画書要約作成												
	[01]キックオフミーティング												
	[02]機材調達												
成果1：「AMFを中核とした有機農業技術を用いたマカダミアナッツの栽培を通じて、同技術の有用性・優位性が確認される。」に係る活動	[111]整地作業												
	[112]圃場土壌データ収集												
	[113]試験区画設定												
	[121]菌根菌の採取												
	[122]菌根菌の保存												
	[131]パートナー細菌調達												
	[132]パートナー植物調達												
	[141]AMFとパートナー細菌接種作業												
	[142]定植作業												
	[143]農園運営												
	[151]樹高計測	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	[152]葉色測定	..			..			..			..		..
	[153]土壌成分分析												
	[154]葉内要素分析												
	[155]菌根感染率												
	[156]菌根菌胞子数分析								..				
	[157]土壌の変化測定								..				
	[158]樹木解体調査												
	[159]果実収量調査												
	[1510]果実品質分析												
	[1511]果実オイルの収量調査												
	[1512]果実オイルの品質分析												
	[1513]害虫発生状況	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	[1514]最適な組み合わせを選定												
	[161]成木への菌根菌とパートナー細菌接種												
	[162]成木：接種樹と無接種樹との成長差の比較調査												
	[163]成木：接種樹と無接種樹との果実収量および果実品質の比較調査	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	[164]成木：果実収量調査												
	[165]成木：果実品質分析												
	[166]成木：果実オイルの収量調査												
	[167]成木：果実オイルの品質分析												
	[171]有機肥料の開発												
	[172]有機肥料の生産												
[173]有益微生物資材の最適化													

調査項目		2021年											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
成果2：「有機農業技術及び農園管理技術を用いたマカダミアナッツの栽培に関するルワンダ関係者の知識が醸成され、技術が向上する。」に係る活動	[211] 農民の雇用												
	[212] 有機農業技術指導												
	[213] 農園管理技術指導												
	[221] セミナー準備												
	[222] C/Pへ農業普及員派遣依頼												
	[223] セミナー開催												
	[224] セミナーのアンケート集計												
	[231] C/Pへの進捗状況の共有と協議												
	[241] 「センター・オブ・エクセレンス」展開方法と課題の整理												
	[242] 「センター・オブ・エクセレンス」C/Pと調整												
成果3：「農業動物資源省と受注者により当該技術を用いたマカダミアナッツの生産計画及び事業展開計画案が作成される。」に係る活動	[311] 市場や需要予測の分析												
	[321] 各種リスク調査												
	[331] ナッツの収穫						***		***		***		***
	[332] ナッツの加工												
	[333] テストマーケティング計画立案												
	[334] テストマーケティング実施												
	[335] テストマーケティング結果の分析												
	[341] 有機認証制度調査												
	[342] 有機ナッツ市場価格調査												
	[351] 有機ナッツ生産を普及展開していく上での課題の整理												
	[361] 生産計画案作成												
	[362] C/Pと生産計画案について協議												
	[371] 農民が有機ナッツを生産した場合の買い取り価格の設定												
[372] 有機ナッツ用加工過程案作成													
国内作業	[401] 進捗報告書の作成・協議												
	[402] 業務完了報告書(案) 協議・作成												
	[403] 業務完了報告書、要約 協議・作成(和文・英文)												

凡例

- ..... 現地業務 (予定)
- 現地業務 (実績)
- ..... 国内作業 (予定)
- 国内作業 (実績)

表 42 作業工程表(2022年)

調査項目		2022				
		1	2	3	4	5
準備作業	[00]業務計画書・業務計画書要約作成					
	[01]キックオフミーティング					
	[02]機材調達					
成果1：「AMFを中核とした有機農業技術を用いたマカダミアナッツの栽培を通じて、同技術の有用性・優位性が確認される。」に係る活動	[111]整地作業					
	[112]圃場土壌データ収集					
	[113]試験区画設定					
	[121]菌根菌の採取					
	[122]菌根菌の保存					
	[131]パートナー細菌調達					
	[132]パートナー植物調達					
	[141]AMFとパートナー細菌接種作業					
	[142]定植作業					
	[143]農園運営					
	[151]樹高計測					
	[152]葉色測定					
	[153]土壌成分分析					
	[154]葉内要素分析					
	[155]菌根感染率					
	[156]菌根菌胞子数分析					
	[157]土壌の変化測定					
	[158]樹木解体調査					
	[159]果実収量調査					
	[1510]果実品質分析					
	[1511]果実オイルの収量調査					
	[1512]果実オイルの品質分析					
	[1513]害虫発生状況					
	[1514]最適な組み合わせを選定					
	[161]成木への菌根菌とパートナー細菌接種					
	[162]成木：接種樹と無接種樹との成長差の比較調査					
	[163]成木：接種樹と無接種樹との果実収量および果実品質の比較調査					
	[164]成木：果実収量調査					
	[165]成木：果実品質分析					
	[166]成木：果実オイルの収量調査					
	[167]成木：果実オイルの品質分析					
	[171]有機肥料の開発					
	[172]有機肥料の生産					
[173]有益微生物資材の最適化						

調査項目		2022				
		1	2	3	4	5
成果2：「有機農業技術及び農園管理技術を用いたマカダミアナッツの栽培に関するルワンダ国関係者の知識が醸成され、技術が向上する。」に係る活動	[211]農氏の雇用					
	[212]有機農業技術指導			■		
	[213]農園管理技術指導			■		
	[221]セミナー準備			■		
	[222]C/Pへ農業普及員派遣依頼					
	[223]セミナー開催			■		
	[224]セミナーのアンケート集計					
	[231]C/Pへの進捗状況の共有と協議			■	■	■
	[241]「センター・オブ・エクセレンス」展開方法と課題の整理					
	[242]「センター・オブ・エクセレンス」C/Pと調整					
	成果3：「農業動物資源省と受注者により当該技術を用いたマカダミアナッツの生産計画及び事業展開計画案が作成される。」に係る活動	[311]市場や需要予測の分析			■	
[321]各種リスク調査						
[331]ナッツの収穫						
[332]ナッツの加工						
[333]テストマーケティング計画立案			■	■		
[334]テストマーケティング実施				■		
[335]テストマーケティング結果の分析				■		
[341]有機認証制度調査						
[342]有機ナッツ市場価格調査						
[351]有機ナッツ生産を普及展開していく上での課題の整理						
[361]生産計画案作成				■	■	■
[362]C/Pと生産計画案について協議				■	■	■
[371]農民が有機ナッツを生産した場合の買い取り価格の設定						
[372]有機ナッツ用加工過程案作成						
国内作業	[401]進捗報告書の作成・協議	■				
	[402]業務完了報告書(案)協議・作成				■	■
	[403]業務完了報告書、要約 協議・作成(和文・英文)				■	■
凡例						
■						
■						
■						
■						





### 3. その他資料

#### 貸与物品リスト

業務名称：菌根菌を活用したマカダミアナッツの有機農業技術の普及・実証事業  
対象国：ルワンダ国

(2022年7月現在)

物品名称	規格・品番	個数	取得価格			取得日	配置場所	現況	備考	事業終了後の取扱い
			取得価格	通貨	日本円換算取得価格					
実体顕微鏡	MS5662	1	191840	JPY		2016年10月31日	C/P Soil Laboratory	稼働中		事業完了後にCPへ譲渡
生物顕微鏡	M9242	1	83600	JPY		2016年10月31日	C/P Soil Laboratory	稼働中		事業完了後にCPへ譲渡
顕微鏡用カメラ	WRAYCAM-SR300	1	175770	JPY		2016年10月31日	C/P Soil Laboratory	稼働中		事業完了後にCPへ譲渡
土壌水分計	TDR-341F	1	147840	JPY		2016年10月31日	C/P Soil Laboratory	稼働中		事業完了後にCPへ譲渡
土壌硬度計	山中式標準型	1	57200	JPY		2016年10月31日	C/P Soil Laboratory	稼働中		事業完了後にCPへ譲渡
葉緑素計	SPAD-502Plus	1	126200	JPY		2016年10月31日	C/P Soil Laboratory	稼働中		事業完了後にCPへ譲渡
モーター付噴霧器	MSB151	6	53000	JPY		2016年10月31日2台と2017年2月10日4台	C/P Soil Laboratory	稼働中		事業完了後にCPへ譲渡

注1) 本「貸与物品リスト」には、契約書附属書I「共通仕様書」第22条の規定に基づき、発注者から貸与を受けている物品・機材を記載してください。具体的には、契約金額内訳に経費を計上し、受注者自らが調達を行って事業に使用している物品・機材と発注者が受注者に無償で貸与している物品・機材が含まれます。ただし、消耗品に分類される物品・機材は除外します。

注2) 受注者自らが調達を行った物品については、その取得価格及び取得日を記載してください。日本円換算に必要な為替レートは取得月のJICA統制レートを使用してください。

注3) 「現況」欄は、「稼働中」、「故障：修理中」、「故障中」、「亡失」、「その他」の選択肢で記載し、「稼働中」以外の場合は、備考にその状況を説明してください。契約書附属書I「共通仕様書」第22条の規定に基づき、自己の故意または過失により貸与された物品を滅失又はき損したときは、代替品の返還、原状復帰、又は損害賠償を求められることがありますので、そのような事態が発生したときは、速やかに監督職員に相談してください。

注4) 「事業終了後の取扱い」欄は、「実施機関に譲与予定と記載しておいてください。

注5) なお、事業終了後に実施機関に譲与した場合は、実施機関の長又はそれに準ずる者が署名した受領書を徴取し、その原本をJICA在外事務所・支所に提出、その写しを経費精算報告書に添付してください。

注6) 本リストを「月報」に添付して提出する際には、当該物品が配置場所に存在していることを確認（現品対査）してください。

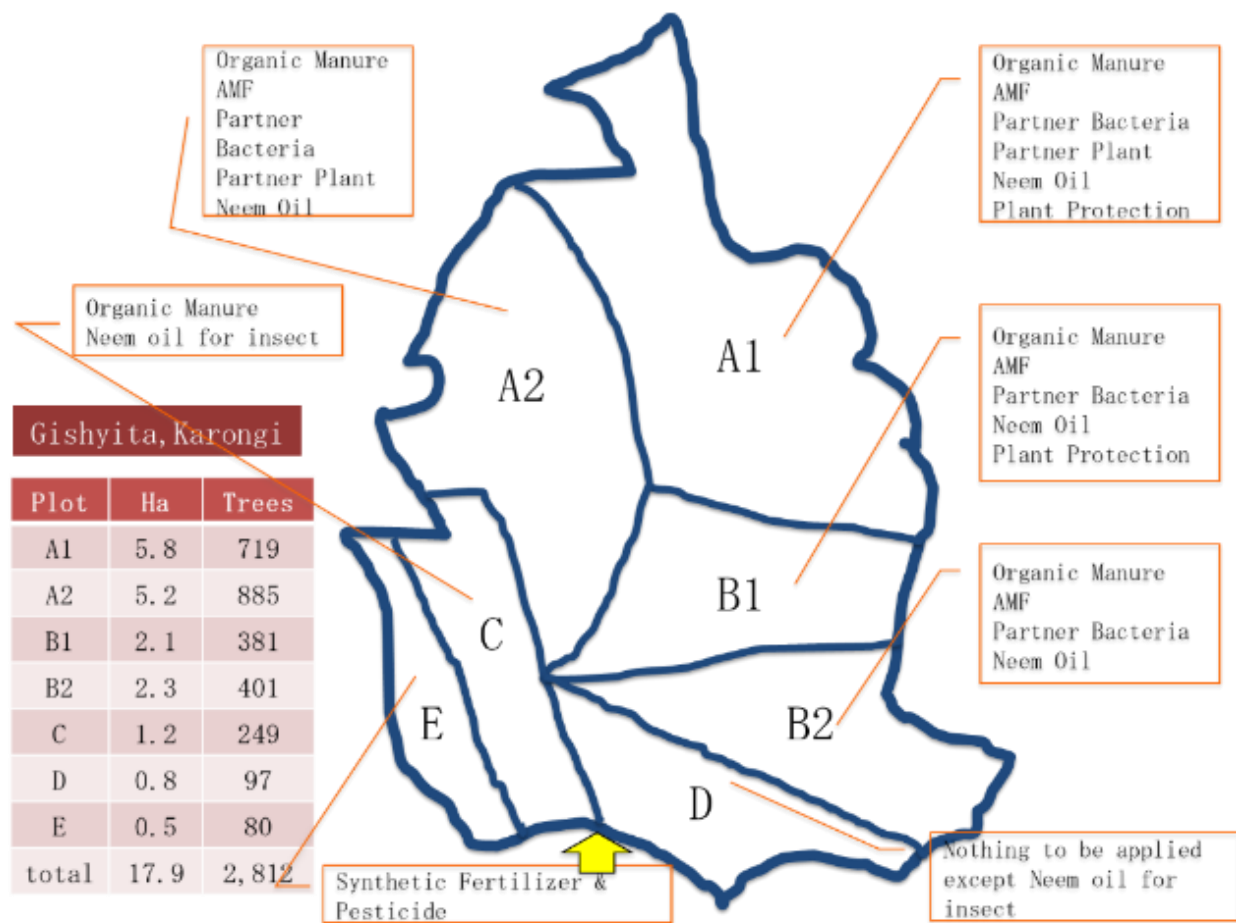


图 18 西部圃場試験区面図

出所：提案法人作成

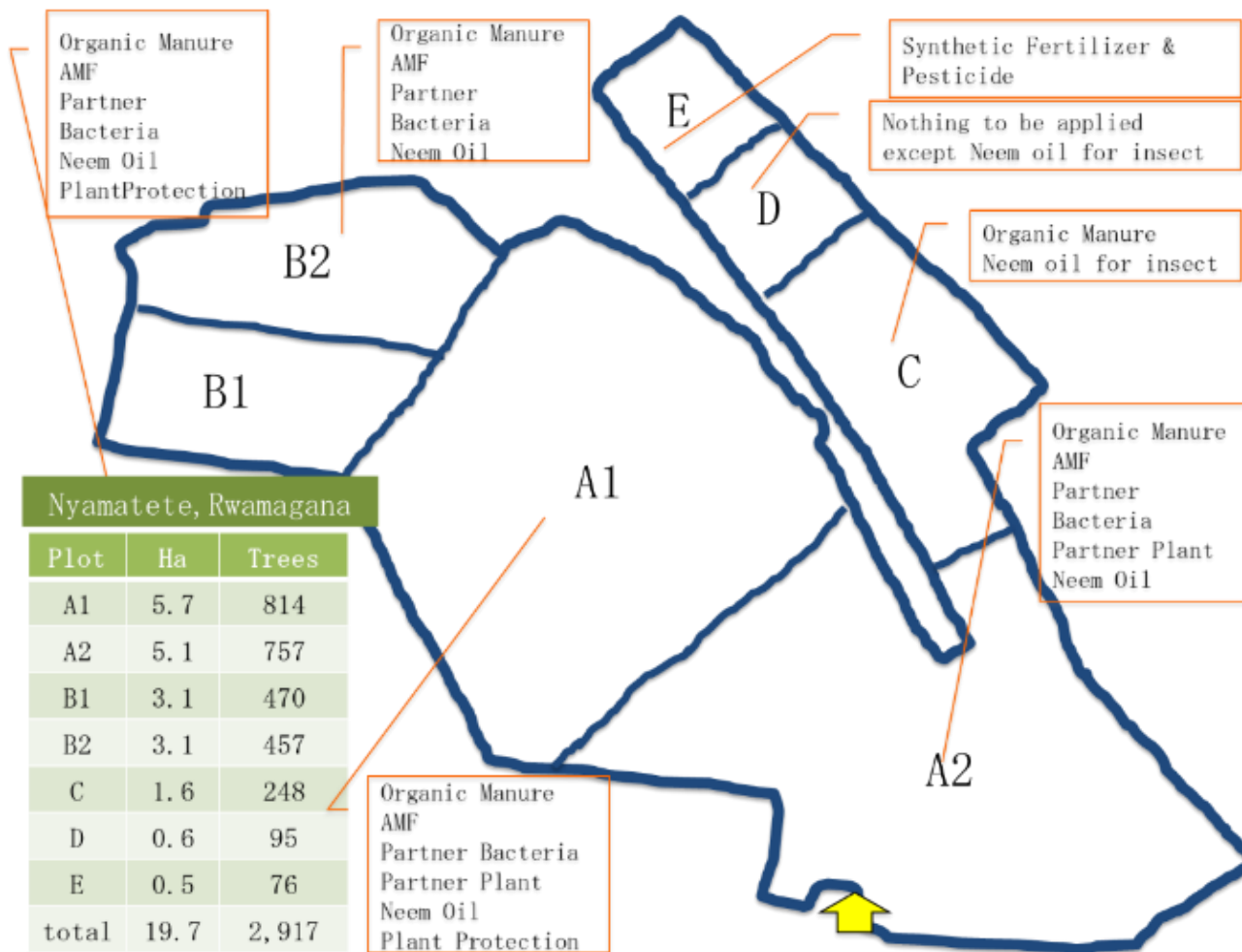


図 19 東部圃場試験区面図

出所：提案法人作成





表 44 西部・東部圃場の葉内クロロフィル含量

圃場 調査時期 試験区	西部圃場																
	2017年7月	2017年10月	2018年1月	2018年4月	2018年7月	2018年10月	2019年1月	2019年4月	2019年7月	2019年10月	2020年1月	2020年6月	2020年10月	2021年1月	2021年4月	2021年7月	2021年10月
A-1	68.5±9.7	46.2±2.7	56.3±1.3	63.7±3.1	63.8±12.6	42.9±1.0	58.5±3.9	47.6±6.7	69.4±13.3	75.7±10.7	42.6±3.4	69.7±11.1	50.9±5.9	45.1±6.0	50.3±3.5	74.4±9.1	58.8±3.9
A-2	74.3±13.1	46.6±4.8	55.2±1.4	69.8±7.5	55.8±7.6	44.9±0.8	71.4±0.7	43.1±0.3	55.7±7.8	56.4±14.7	52.3±13.0	71.7±13.0	49.1±4.8	57.1±5.0	47.3±0.8	59.0±9.4	65.9±8.2
B-1	89.3±17.4	51.6±1.1	56.0±2.6	78.1±7.3	66.6±7.2	47.4±2.4	74.0±11.6	74.7±9.2	54.1±5.3	53.5±9.0	47.3±4.0	60.7±16.5	34.2±0.9	51.1±5.5	38.3±6.2	56.2±10.1	50.7±5.7
B-2	52.4±5.2	49.7±2.2	52.7±1.3	56.4±1.3	54.1±6.7	52.1±1.7	66.0±7.7	58.9±6.6	73.1±11.4	70.0±3.8	67.9±3.6	86.9±14.4	54.7±1.8	76.8±6.8	51.0±2.5	78.6±6.3	51.0±1.4
C	52.8±1.4	62.8±8.9	55.0±0.3	76.8±3.1	85.2±11.5	45.6±3.7	72.0±5.0	80.3±8.6	81.9±3.2	87.0±17.2	51.0±1.8	83.9±5.9	81.9±11.5	58.3±1.7	71.3±11.3	87.2±11.3	92.0±0.4
D	71.3±3.1	53.1±1.0	54.6±0.3	83.0±4.0	46.0±2.2	49.6±1.5	73.0±5.5	48.0±1.5	97.9±6.4	64.0±6.5	48.5±1.6	79.1±0.9	53.2±1.1	76.3±19.0	51.1±0.7	86.3±16.0	75.9±2.2
E	55.6±2.4	58.4±5.4	54.9±0.5	74.2±0.2	159.6±8.2	47.6±0.9	74.3±6.0	53.4±8.6	82.8±15.5	72.9±14.8	50.6±6.1	91.1±10.1	64.7±11.8	60.8±6.8	64.9±10.8	88.5±9.9	64.0±4.1
試験区																	
A-1	75.3±10.6	53.7±0.5	95.5±7.7	77.6±15.2	78.3±2.8	72.1±8.6	60.2±7.3	60.1±1.7	89.7±2.3	88.1±2.3	81.6±8.1	64.7±11.8	59.9±5.8	61.2±4.2	74.9±7.9	69.1±7.1	76.1±2.5
A-2	65.5±9.1	107.2±18.7	74.7±9.4	69.2±7.0	75.1±4.2	71.5±15.1	55.0±0.1	61.7±6.2	65.1±6.4	84.1±6.5	68.6±8.2	55.7±2.0	53.7±1.5	61.8±6.3	63.0±6.3	64.3±5.5	89.2±11.1
B-1	79.7±6.5	55.6±1.9	102.7±9.6	85.9±14.6	68.1±5.5	61.5±11.5	60.2±7.0	75.9±13.2	65.3±7.1	84.7±11.9	81.9±13.4	52.1±3.4	56.1±1.4	57.6±0.5	61.1±3.8	73.4±10.4	82.0±5.8
B-2	86.9±13.4	90.6±11.8	109.2±3.9	91.8±3.9	101.7±5.8	50.2±4.6	50.2±3.0	53.6±1.4	58.7±14.1	86.1±4.8	83.1±6.3	46.0±4.6	52.0±2.5	78.2±5.3	76.6±11.5	85.4±15.3	82.2±14.4
C	78.4±5.6	41.8±4.7	67.6±4.2	68.0±7.2	80.0±19.9	64.4±5.0	53.3±1.8	57.7±7.1	56.0±7.9	93.0±3.3	109.0±7.3	56.2±10.0	55.7±4.8	58.0±4.9	66.8±14.6	74.7±7.8	71.9±12.4
D	79.4±5.5	50.2±2.9	58.4±4.4	54.0±1.2	79.6±1.4	57.0±10.5	48.9±1.5	47.1±2.4	58.9±3.7	85.1±2.9	94.9±6.6	52.0±5.0	48.0±3.1	53.4±0.4	59.1±3.8	77.8±4.4	72.7±6.7
E	90.2±4.7	52.8±1.6	73.5±12.3	56.6±1.8	83.1±11.1	48.9±4.0	56.0±0.2	70.9±5.8	53.6±0.5	81.5±3.8	102.2±2.3	53.7±3.2	55.3±2.6	62.5±7.4	62.6±7.4	81.1±12.6	87.3±11.5

2) 平均値±標準誤差(n=3)

出所：提案法人作成

表 45 西部・東部圃場の新梢長

圃場 調査時期 試験区	西部圃場																
	2017年7月	2017年10月	2018年1月	2018年4月	2018年7月	2018年10月	2019年1月	2019年4月	2019年7月	2019年10月	2020年1月	2020年6月	2020年10月	2021年1月	2021年4月	2021年7月	2021年10月
A-1	43.7±3.5	43.0±3.6	56.3±6.4	67.3±12.7	74.0±8.8	76.1±9.1	72.7±12.8	81.7±10.3	88.0±8.1	106.3±8.1	111.0±11.5	124.3±14.8	135.0±18.9	138.3±18.7	145.3±20.3	156.0±24.2	160.3±21.9
A-2	32.7±3.1	51.7±2.8	65.0±6.0	76.0±11.1	78.6±12.2	86.3±15.6	85.3±10.9	104.3±7.3	110.7±5.2	116.3±3.4	118.0±3.1	124.7±4.9	127.7±5.5	143.7±7.2	147.7±6.7	168.7±15.1	174.3±17.5
B-1	41.3±7.8	63.7±5.5	79.7±6.9	97.3±13.3	109.0±12.4	113.7±10.0	126.7±19.4	129.7±14.3	139.7±7.3	154.0±12.7	164.3±21.7	167.7±21.2	169.3±20.9	176.3±18.4	178.0±18.5	179.3±19.3	179.7±19.2
B-2	52.3±5.0	65.8±7.5	83.7±6.0	77.3±23.4	100.3±3.3	136.7±17.6	114.7±7.4	134.0±8.1	150.3±7.8	157.3±4.8	187.7±10.3	228.7±24.8	253.0±25.3	263.3±23.2	274.7±23.7	280.7±28.9	291.7±28.4
C	47.3±7.3	66.7±6.1	75.3±9.6	79.0±7.8	91.6±13.3	120.0±34.6	110.7±26.9	126.7±20.8	139.7±31.6	169.3±17.6	184.0±21.2	210.0±18.7	229.7±24.1	258.3±22.2	274.0±16.3	288.7±28.3	312.0±27.5
D	47.8±4.6	58.3±13.9	79.3±10.7	89.3±14.6	90.0±13.5	100.0±22.1	99.3±13.2	109.0±9.5	111.7±8.4	116.3±9.2	136.0±9.5	145.3±13.5	150.7±16.3	163.3±11.3	170.3±10.0	174.3±9.8	193.7±25.1
E	45.7±3.8	54.7±9.0	72.0±8.7	89.6±9.9	94.0±12.2	99.3±12.7	108.3±21.7	129.3±22.6	154.0±26.4	161.3±23.3	169.0±23.5	171.0±23.2	181.7±32.3	202.0±36.0	211.7±39.7	218.3±38.5	222.3±36.7
試験区																	
A-1	56.0±2.0	67.3±3.8	113.3±18.2	118.0±11.3	159.0±6.5	175.7±25.0	171.3±14.0	183.3±17.9	198.7±27.4	200.3±27.7	209.7±30.3	255.0±15.3	213.7±20.0	220.3±26.2	242.3±26.2	250.3±28.8	250.7±29.0
A-2	84.1±13.7	103.5±9.5	97.0±10.8	139.6±15.6	169.6±15.4	155.3±17.3	200.0±25.7	211.3±25.0	225.7±13.9	223.0±32.2	249.3±14.3	219.0±30.0	277.7±14.7	291.7±8.8	315.3±12.0	353.3±13.0	355.7±11.6
B-1	35.3±5.1	47.7±7.4	71.0±6.5	86.6±13.5	122.0±18.7	128.7±20.5	139.3±18.7	154.7±24.8	167.3±25.8	168.0±28.4	173.7±23.4	182.0±25.2	193.0±25.0	208.7±28.4	207.7±27.2	221.3±25.4	224.0±26.0
B-2	35.7±5.8	61.0±12.8	78.7±13.9	89.6±8.6	103.0±12.4	102.0±14.4	116.7±21.2	92.3±43.2	130.3±21.5	118.7±21.3	123.0±21.5	138.3±26.8	211.3±46.8	212.0±46.3	223.0±44.7	251.7±49.3	257.0±47.5
C	43.0±3.5	27.7±4.8	69.0±16.2	103.0±20.4	132.0±35.1	148.0±31.5	173.0±33.5	188.3±29.1	199.0±31.6	214.7±17.7	209.3±23.7	220.7±21.3	227.3±17.5	248.3±10.8	257.7±12.4	274.3±16.4	287.3±22.4
D	28.0±2.6	53.3±11.9	80.0±11.0	85.3±8.8	113.0±4.1	126.7±11.6	139.0±6.7	141.3±17.9	158.0±8.2	160.3±12.9	166.0±14.4	189.0±5.5	193.0±19.6	205.7±9.8	231.3±12.7	234.7±14.6	237.0±14.0
E	33.0±4.0	44.7±2.9	63.3±10.9	101.0±8.3	126.6±10.7	124.7±9.9	145.3±11.1	170.0±15.3	166.0±9.6	202.3±17.3	202.0±17.6	217.3±18.3	218.0±25.0	245.3±13.5	255.7±16.5	274.0±12.1	277.3±12.7

2) 平均値±標準誤差(n=3)

出所：提案法人作成

表 46 土壤分析結果詳細

採取時期 (採年)	採点番号	採種	採種	pH			Total nitrogen			Plant nitrogen			Total phosphorus			Plant phosphorus			Total potassium			Plant potassium			
				測定値	標準値	偏差	測定値	標準値	偏差	測定値	標準値	偏差	測定値	標準値	偏差	測定値	標準値	偏差	測定値	標準値	偏差	測定値	標準値	偏差	
(採年 2004)	2	2	2	5.1	6.0 ± 0.5	24	36.7 ± 12.2	2	3 ± 1	0.26	0.34 ± 0.050	4.1	3.80 ± 0.40	56.1	54.9 ± 12.4	0.096	0.47 ± 0.10	2.84	3.23 ± 1.14	1.34	1.47 ± 0.09	35.2	30.5 ± 13.09	36.9	43.4 ± 24.6
	3	3	3	5.2	5.0 ± 0.5	41	41	0	0	0.24	0.24 ± 0.025	2.5	2.5 ± 0.1	25.7	25.7 ± 0.1	0.074	0.074 ± 0.005	1.42	1.42 ± 0.05	0.82	0.82 ± 0.05	26.1	26.1 ± 0.1		
	4	4	4	5.4	5.0 ± 0.5	24	24	0	0	0.09	0.09 ± 0.005	1.3	1.22 ± 0.40	22.3	22.3 ± 0.1	0.097	0.097 ± 0.005	0.96	0.96 ± 0.05	0.42	0.42 ± 0.05	0.44	0.44 ± 0.05		
	5	5	5	5.6	5.6 ± 0.1	27	24.7 ± 0.9	20	20 ± 3	0.09	0.09 ± 0.005	1.3	1.22 ± 0.40	22.3	22.3 ± 0.1	0.097	0.097 ± 0.005	0.96	0.96 ± 0.05	0.42	0.42 ± 0.05	0.44	0.44 ± 0.05		
	6	6	6	5.8	5.8 ± 0.1	27	27	0	0	0.11	0.11 ± 0.005	1.5	1.5 ± 0.1	25.2	25.2 ± 0.1	0.102	0.102 ± 0.005	1.04	1.04 ± 0.05	0.46	0.46 ± 0.05	0.48	0.48 ± 0.05		
	7	7	7	6.0	6.0 ± 0.1	27	27	0	0	0.13	0.13 ± 0.005	1.7	1.7 ± 0.1	28.7	28.7 ± 0.1	0.107	0.107 ± 0.005	1.12	1.12 ± 0.05	0.50	0.50 ± 0.05	0.52	0.52 ± 0.05		
	8	8	8	6.2	6.2 ± 0.1	27	27	0	0	0.15	0.15 ± 0.005	1.9	1.9 ± 0.1	32.2	32.2 ± 0.1	0.112	0.112 ± 0.005	1.20	1.20 ± 0.05	0.54	0.54 ± 0.05	0.56	0.56 ± 0.05		
	9	9	9	6.4	6.4 ± 0.1	27	27	0	0	0.17	0.17 ± 0.005	2.1	2.1 ± 0.1	35.7	35.7 ± 0.1	0.117	0.117 ± 0.005	1.28	1.28 ± 0.05	0.58	0.58 ± 0.05	0.60	0.60 ± 0.05		
	10	10	10	6.6	6.6 ± 0.1	27	27	0	0	0.19	0.19 ± 0.005	2.3	2.3 ± 0.1	39.2	39.2 ± 0.1	0.122	0.122 ± 0.005	1.36	1.36 ± 0.05	0.62	0.62 ± 0.05	0.64	0.64 ± 0.05		
	11	11	11	6.8	6.8 ± 0.1	27	27	0	0	0.21	0.21 ± 0.005	2.5	2.5 ± 0.1	42.7	42.7 ± 0.1	0.127	0.127 ± 0.005	1.44	1.44 ± 0.05	0.66	0.66 ± 0.05	0.68	0.68 ± 0.05		
	12	12	12	7.0	7.0 ± 0.1	27	27	0	0	0.23	0.23 ± 0.005	2.7	2.7 ± 0.1	46.2	46.2 ± 0.1	0.132	0.132 ± 0.005	1.52	1.52 ± 0.05	0.70	0.70 ± 0.05	0.72	0.72 ± 0.05		
	13	13	13	7.2	7.2 ± 0.1	27	27	0	0	0.25	0.25 ± 0.005	2.9	2.9 ± 0.1	49.7	49.7 ± 0.1	0.137	0.137 ± 0.005	1.60	1.60 ± 0.05	0.74	0.74 ± 0.05	0.76	0.76 ± 0.05		
	14	14	14	7.4	7.4 ± 0.1	27	27	0	0	0.27	0.27 ± 0.005	3.1	3.1 ± 0.1	53.2	53.2 ± 0.1	0.142	0.142 ± 0.005	1.68	1.68 ± 0.05	0.78	0.78 ± 0.05	0.80	0.80 ± 0.05		
	15	15	15	7.6	7.6 ± 0.1	27	27	0	0	0.29	0.29 ± 0.005	3.3	3.3 ± 0.1	56.7	56.7 ± 0.1	0.147	0.147 ± 0.005	1.76	1.76 ± 0.05	0.82	0.82 ± 0.05	0.84	0.84 ± 0.05		
	16	16	16	7.8	7.8 ± 0.1	27	27	0	0	0.31	0.31 ± 0.005	3.5	3.5 ± 0.1	60.2	60.2 ± 0.1	0.152	0.152 ± 0.005	1.84	1.84 ± 0.05	0.86	0.86 ± 0.05	0.88	0.88 ± 0.05		
	17	17	17	8.0	8.0 ± 0.1	27	27	0	0	0.33	0.33 ± 0.005	3.7	3.7 ± 0.1	63.7	63.7 ± 0.1	0.157	0.157 ± 0.005	1.92	1.92 ± 0.05	0.90	0.90 ± 0.05	0.92	0.92 ± 0.05		
	18	18	18	8.2	8.2 ± 0.1	27	27	0	0	0.35	0.35 ± 0.005	3.9	3.9 ± 0.1	67.2	67.2 ± 0.1	0.162	0.162 ± 0.005	2.00	2.00 ± 0.05	0.94	0.94 ± 0.05	0.96	0.96 ± 0.05		
	19	19	19	8.4	8.4 ± 0.1	27	27	0	0	0.37	0.37 ± 0.005	4.1	4.1 ± 0.1	70.7	70.7 ± 0.1	0.167	0.167 ± 0.005	2.08	2.08 ± 0.05	0.98	0.98 ± 0.05	1.00	1.00 ± 0.05		
	20	20	20	8.6	8.6 ± 0.1	27	27	0	0	0.39	0.39 ± 0.005	4.3	4.3 ± 0.1	74.2	74.2 ± 0.1	0.172	0.172 ± 0.005	2.16	2.16 ± 0.05	1.02	1.02 ± 0.05	1.04	1.04 ± 0.05		
	(採年 2005)	1	1	1	5.1	5.1 ± 0.1	24	24	0	0	0.26	0.26 ± 0.025	4.1	4.1 ± 0.1	56.1	56.1 ± 0.1	0.096	0.096 ± 0.005	2.84	2.84 ± 0.1	1.34	1.34 ± 0.05	35.2	35.2 ± 0.1	
2		2	2	5.2	5.2 ± 0.1	41	41	0	0	0.24	0.24 ± 0.025	2.5	2.5 ± 0.1	25.7	25.7 ± 0.1	0.074	0.074 ± 0.005	1.42	1.42 ± 0.05	0.82	0.82 ± 0.05	26.1	26.1 ± 0.1		
3		3	3	5.4	5.4 ± 0.1	24	24	0	0	0.09	0.09 ± 0.005	1.3	1.3 ± 0.1	22.3	22.3 ± 0.1	0.097	0.097 ± 0.005	0.96	0.96 ± 0.05	0.42	0.42 ± 0.05	0.44	0.44 ± 0.05		
4		4	4	5.6	5.6 ± 0.1	27	24.7 ± 0.9	20	20 ± 3	0.09	0.09 ± 0.005	1.3	1.22 ± 0.40	22.3	22.3 ± 0.1	0.097	0.097 ± 0.005	0.96	0.96 ± 0.05	0.42	0.42 ± 0.05	0.44	0.44 ± 0.05		
5		5	5	5.8	5.8 ± 0.1	27	27	0	0	0.11	0.11 ± 0.005	1.5	1.5 ± 0.1	25.2	25.2 ± 0.1	0.102	0.102 ± 0.005	1.04	1.04 ± 0.05	0.46	0.46 ± 0.05	0.48	0.48 ± 0.05		
6		6	6	6.0	6.0 ± 0.1	27	27	0	0	0.13	0.13 ± 0.005	1.7	1.7 ± 0.1	28.7	28.7 ± 0.1	0.107	0.107 ± 0.005	1.12	1.12 ± 0.05	0.50	0.50 ± 0.05	0.52	0.52 ± 0.05		
7		7	7	6.2	6.2 ± 0.1	27	27	0	0	0.15	0.15 ± 0.005	1.9	1.9 ± 0.1	32.2	32.2 ± 0.1	0.112	0.112 ± 0.005	1.20	1.20 ± 0.05	0.54	0.54 ± 0.05	0.56	0.56 ± 0.05		
8		8	8	6.4	6.4 ± 0.1	27	27	0	0	0.17	0.17 ± 0.005	2.1	2.1 ± 0.1	35.7	35.7 ± 0.1	0.117	0.117 ± 0.005	1.28	1.28 ± 0.05	0.58	0.58 ± 0.05	0.60	0.60 ± 0.05		
9		9	9	6.6	6.6 ± 0.1	27	27	0	0	0.19	0.19 ± 0.005	2.3	2.3 ± 0.1	39.2	39.2 ± 0.1	0.122	0.122 ± 0.005	1.36	1.36 ± 0.05	0.62	0.62 ± 0.05	0.64	0.64 ± 0.05		
10		10	10	6.8	6.8 ± 0.1	27	27	0	0	0.21	0.21 ± 0.005	2.5	2.5 ± 0.1	42.7	42.7 ± 0.1	0.127	0.127 ± 0.005	1.44	1.44 ± 0.05	0.66	0.66 ± 0.05	0.68	0.68 ± 0.05		
11		11	11	7.0	7.0 ± 0.1	27	27	0	0	0.23	0.23 ± 0.005	2.7	2.7 ± 0.1	46.2	46.2 ± 0.1	0.132	0.132 ± 0.005	1.52	1.52 ± 0.05	0.70	0.70 ± 0.05	0.72	0.72 ± 0.05		
12		12	12	7.2	7.2 ± 0.1	27	27	0	0	0.25	0.25 ± 0.005	2.9	2.9 ± 0.1	49.7	49.7 ± 0.1	0.137	0.137 ± 0.005	1.60	1.60 ± 0.05	0.74	0.74 ± 0.05	0.76	0.76 ± 0.05		
13		13	13	7.4	7.4 ± 0.1	27	27	0	0	0.27	0.27 ± 0.005	3.1	3.1 ± 0.1	53.2	53.2 ± 0.1	0.142	0.142 ± 0.005	1.68	1.68 ± 0.05	0.78	0.78 ± 0.05	0.80	0.80 ± 0.05		
14		14	14	7.6	7.6 ± 0.1	27	27	0	0	0.29	0.29 ± 0.005	3.3	3.3 ± 0.1	56.7	56.7 ± 0.1	0.147	0.147 ± 0.005	1.76	1.76 ± 0.05	0.82	0.82 ± 0.05	0.84	0.84 ± 0.05		
15		15	15	7.8	7.8 ± 0.1	27	27	0	0	0.31	0.31 ± 0.005	3.5	3.5 ± 0.1	60.2	60.2 ± 0.1	0.152	0.152 ± 0.005	1.84	1.84 ± 0.05	0.86	0.86 ± 0.05	0.88	0.88 ± 0.05		
16		16	16	8.0	8.0 ± 0.1	27	27	0	0	0.33	0.33 ± 0.005	3.7	3.7 ± 0.1	63.7	63.7 ± 0.1	0.157	0.157 ± 0.005	1.92	1.92 ± 0.05	0.90	0.90 ± 0.05	0.92	0.92 ± 0.05		
17		17	17	8.2	8.2 ± 0.1	27	27	0	0	0.35	0.35 ± 0.005	3.9	3.9 ± 0.1	67.2	67.2 ± 0.1	0.162	0.162 ± 0.005	2.00	2.00 ± 0.05	0.94	0.94 ± 0.05	0.96	0.96 ± 0.05		
18		18	18	8.4	8.4 ± 0.1	27	27	0	0	0.37	0.37 ± 0.005	4.1	4.1 ± 0.1	70.7	70.7 ± 0.1	0.167	0.167 ± 0.005	2.08	2.08 ± 0.05	0.98	0.98 ± 0.05	1.00	1.00 ± 0.05		
19		19	19	8.6	8.6 ± 0.1	27	27	0	0	0.39	0.39 ± 0.005	4.3	4.3 ± 0.1	74.2	74.2 ± 0.1	0.172	0.172 ± 0.005	2.16	2.16 ± 0.05	1.02	1.02 ± 0.05	1.04	1.04 ± 0.05		
20		20	20	8.8	8.8 ± 0.1	27	27	0	0	0.41	0.41 ± 0.005	4.5	4.5 ± 0.1	77.7	77.7 ± 0.1	0.177	0.177 ± 0.005	2.24	2.24 ± 0.05	1.06	1.06 ± 0.05	1.08	1.08 ± 0.05		
(採年 2006)	1	1	1	5.1	5.1 ± 0.1	24	24	0	0	0.26	0.26 ± 0.025	4.1	4.1 ± 0.1	56.1	56.1 ± 0.1	0.096	0.096 ± 0.005	2.84	2.84 ± 0.1	1.34	1.34 ± 0.05	35.2	35.2 ± 0.1		
	2	2	2	5.2	5.2 ± 0.1	41	41	0	0	0.24	0.24 ± 0.025	2.5	2.5 ± 0.1	25.7	25.7 ± 0.1	0.074	0.074 ± 0.005	1.42	1.42 ± 0.05	0.82	0.82 ± 0.05	26.1	26.1 ± 0.1		
	3	3	3	5.4	5.4 ± 0.1	24	24	0	0	0.09	0.09 ± 0.005	1.3	1.3 ± 0.1	22.3	22.3 ± 0.1	0.097	0.097 ± 0.005	0.96	0.96 ± 0.05	0.42	0.42 ± 0.05	0.44	0.44 ± 0.05		
	4	4	4	5.6	5.6 ± 0.1	27	24.7 ± 0.9	20	20 ± 3	0.09	0.09 ± 0.005	1.3	1.22 ± 0.40	22.3	22.3 ± 0.1	0.097	0.097 ± 0.005	0.96	0.96 ± 0.05	0.42	0.42 ± 0.05	0.44	0.44 ± 0.05		
	5	5	5	5.8	5.8 ± 0.1	27	27	0	0	0.11	0.11 ± 0.005	1.5	1.5 ± 0.1	25.2	25.2 ± 0.1	0.102	0.102 ± 0.005	1.04	1.04 ± 0.05	0.46	0.46 ± 0.05	0.48	0.48 ± 0.05		
	6	6	6	6.0	6.0 ± 0.1	27	27	0	0	0.13	0.13 ± 0.005	1.7	1.7 ± 0.1	28.7	28.7 ± 0.1	0.107	0.107 ± 0.005	1.12	1.12 ± 0.05	0.50	0.5				

表 47 葉分析結果詳細

採取時期	サンプル番号	圃場	試験区	Total nitrogen			Cw			N <sub>d</sub>			Total phosphorus			K			Organic carbon		
				%	平均	標準	%	平均	標準	%	平均	標準	%	平均	標準	%	平均	標準	%	平均	標準
2年目 (Feb. 2018)	P 1	西部	A1	1.18	0.44	0.05	0.56	0.45	0.058	0.17	0.13	0.009	0.29	0.19	0.012	0.57	0.52	0.035	81.51	51.40	0.129
	P 2	西部	A1	1.38 ± 0.102	0.46	0.05	0.56	0.45	0.058	0.17	0.13	0.009	0.29	0.19	0.012	0.57	0.52	0.035	81.40	51.58 ± 0.151	
	P 3	西部	A1	1.29	0.36	0.07	0.48	0.05	0.07	0.10	0.10	0.007	0.11	0.10	0.007	0.43	0.45	0.037	81.83	51.47	
	P 4	西部	A2	1.15	0.46	0.05	0.56	0.45	0.058	0.17	0.13	0.009	0.29	0.19	0.012	0.57	0.52	0.035	81.40	51.58 ± 0.151	
	P 5	西部	A2	1.16 ± 0.023	0.38	0.09	0.41	0.06	0.09	0.08	0.10	0.003	0.11	0.10	0.007	0.56	0.53 ± 0.057	0.057	81.99	51.75 ± 0.151	
	P 6	西部	A2	1.20	0.32	0.16	0.46	0.05	0.16	0.10	0.10	0.007	0.11	0.10	0.007	0.42	0.42	0.037	81.79	51.79	
	P 7	西部	B1	1.37	0.72	0.14	0.56	0.45	0.058	0.17	0.13	0.009	0.29	0.19	0.012	0.57	0.52	0.035	81.40	51.58 ± 0.151	
	P 8	西部	B1	1.53 ± 0.047	0.41	0.06	0.48	0.05	0.138	0.23	0.17	0.009	0.13	0.12 ± 0.012	0.61	0.57 ± 0.020	0.020	81.96	51.52 ± 0.227		
	P 9	西部	B1	1.42	0.25	0.14	0.46	0.05	0.14	0.10	0.10	0.007	0.11	0.10	0.007	0.42	0.42	0.037	81.40	51.58 ± 0.151	
	P 10	西部	B2	1.34	0.42	0.09	0.56	0.45	0.058	0.17	0.13	0.009	0.29	0.19	0.012	0.57	0.52	0.035	81.40	51.58 ± 0.151	
	P 11	西部	B2	1.42 ± 0.083	0.21	0.35	0.070	0.10	0.08	0.015	0.08	0.09 ± 0.003	0.08	0.61 ± 0.043	0.61	0.61 ± 0.043	0.043	81.50	51.26 ± 0.121		
	P 12	西部	B2	1.59	0.42	0.05	0.56	0.45	0.058	0.17	0.13	0.009	0.29	0.19	0.012	0.57	0.52	0.035	81.40	51.58 ± 0.151	
	P 13	西部	C	1.27	0.35	0.18	0.48	0.05	0.18	0.15	0.028	0.09	0.09 ± 0.012	0.47	0.59 ± 0.101	0.101	81.59	51.71 ± 0.233			
	P 14	西部	C	1.03	0.22	0.30	0.40	0.039	0.039	0.15	0.15	0.028	0.07	0.09 ± 0.012	0.51	0.51 ± 0.042	0.042	81.46	51.62 ± 0.196		
	P 15	西部	C	1.15	0.32	0.09	0.46	0.05	0.09	0.09	0.09	0.006	0.06	0.66 ± 0.003	0.73	0.71 ± 0.027	0.027	81.46	51.43 ± 0.028		
	P 16	西部	D	1.31	0.23	0.21	0.42	0.042	0.03	0.007	0.06	0.06 ± 0.006	0.61	0.61 ± 0.054	0.54	0.54 ± 0.054	0.054	81.59	51.89 ± 0.129		
	P 17	西部	D	1.62 ± 0.135	0.27	0.27	0.46	0.05	0.27	0.27	0.27	0.006	0.06	0.66 ± 0.006	0.66	0.66 ± 0.006	0.006	81.59	51.99		
	P 18	西部	D	1.77	0.27	0.06	0.46	0.05	0.06	0.06	0.06	0.006	0.06	0.66 ± 0.006	0.66	0.66 ± 0.006	0.006	81.59	51.99		
	P 19	西部	E	1.28	0.26	0.05	0.46	0.05	0.05	0.05	0.05	0.006	0.06	0.66 ± 0.006	0.66	0.66 ± 0.006	0.006	81.59	51.99		
	P 20	西部	E	1.34 ± 0.017	0.21	0.20	0.038	0.07	0.06	0.006	0.06	0.06 ± 0.003	0.73	0.71 ± 0.027	0.71	0.71 ± 0.027	0.027	81.46	51.43 ± 0.028		
	P 21	西部	E	1.31	0.13	0.06	0.46	0.05	0.06	0.06	0.06	0.006	0.06	0.66 ± 0.006	0.66	0.66 ± 0.006	0.006	81.45	51.45		
	P 22	西部	E	1.43	0.41	0.07	0.46	0.05	0.07	0.07	0.07	0.006	0.06	0.66 ± 0.006	0.66	0.66 ± 0.006	0.006	81.45	51.45		
	P 23	東部	A1	1.48 ± 0.019	0.53	0.45	0.042	0.07	0.08	0.007	0.07	0.08 ± 0.003	0.46	0.56 ± 0.053	0.53	0.53 ± 0.053	0.053	81.59	51.80 ± 0.124		
	P 24	東部	A1	1.49	0.49	0.09	0.46	0.05	0.09	0.09	0.09	0.006	0.06	0.66 ± 0.006	0.66	0.66 ± 0.006	0.006	81.59	51.80 ± 0.124		
	P 25	東部	A2	1.54	0.48	0.08	0.46	0.05	0.12	0.12	0.12	0.003	0.08	0.08 ± 0.006	0.54	0.54 ± 0.021	0.021	81.59	51.73		
	P 26	東部	A2	1.42 ± 0.038	0.45	0.43	0.038	0.45	0.43	0.038	0.45	0.43	0.038	0.45	0.43	0.038	0.45	0.43	0.038	81.59	51.73
	P 27	東部	A2	1.43	0.45	0.07	0.46	0.05	0.07	0.07	0.07	0.006	0.06	0.66 ± 0.006	0.66	0.66 ± 0.006	0.006	81.59	51.89		
	P 28	東部	B1	1.43	0.46	0.06	0.46	0.05	0.06	0.06	0.06	0.006	0.06	0.66 ± 0.006	0.66	0.66 ± 0.006	0.006	81.59	51.89		
	P 29	東部	B1	1.44 ± 0.045	0.56	0.45	0.067	0.03	0.04	0.013	0.03	0.04 ± 0.013	0.50	0.51 ± 0.044	0.51	0.51 ± 0.044	0.044	81.59	51.62 ± 0.096		
	P 30	東部	B1	1.39	0.33	0.03	0.46	0.05	0.03	0.03	0.03	0.006	0.06	0.66 ± 0.006	0.66	0.66 ± 0.006	0.006	81.59	51.72		
	P 31	東部	B2	1.47	0.43	0.04	0.46	0.05	0.04	0.04	0.04	0.006	0.06	0.66 ± 0.006	0.66	0.66 ± 0.006	0.006	81.59	51.89		
	P 32	東部	B2	1.45 ± 0.139	0.56	0.43	0.075	0.18	0.09	0.047	0.18	0.09 ± 0.047	0.33	0.51 ± 0.092	0.51	0.51 ± 0.092	0.092	81.87	51.93 ± 0.045		
	P 33	東部	B2	1.19	0.30	0.04	0.46	0.05	0.04	0.04	0.04	0.006	0.06	0.66 ± 0.006	0.66	0.66 ± 0.006	0.006	81.59	51.89		
	P 34	東部	C	1.81	0.52	0.06	0.46	0.05	0.06	0.06	0.06	0.006	0.06	0.66 ± 0.006	0.66	0.66 ± 0.006	0.006	81.59	51.89		
	P 35	東部	C	1.54 ± 0.131	0.35	0.42	0.050	0.05	0.06	0.003	0.05	0.06 ± 0.003	0.53	0.51 ± 0.012	0.51	0.51 ± 0.012	0.012	82.55	52.30 ± 0.357		
	P 36	東部	C	1.56	0.36	0.06	0.46	0.05	0.06	0.06	0.06	0.006	0.06	0.66 ± 0.006	0.66	0.66 ± 0.006	0.006	81.59	51.89		
	P 37	東部	D	1.59	0.49	0.07	0.46	0.05	0.07	0.07	0.07	0.006	0.06	0.66 ± 0.006	0.66	0.66 ± 0.006	0.006	81.59	51.89		
	P 38	東部	D	1.65 ± 0.085	0.57	0.53	0.023	0.06	0.06	0.003	0.06	0.06 ± 0.003	0.32	0.33 ± 0.015	0.33	0.33 ± 0.015	0.015	82.29	52.44 ± 0.082		
	P 39	東部	D	1.47	0.53	0.06	0.46	0.05	0.06	0.06	0.06	0.006	0.06	0.66 ± 0.006	0.66	0.66 ± 0.006	0.006	81.59	51.89		
	P 40	東部	E	1.48	0.29	0.02	0.46	0.05	0.02	0.02	0.02	0.006	0.06	0.66 ± 0.006	0.66	0.66 ± 0.006	0.006	81.59	51.89		
	P 41	東部	E	1.43 ± 0.060	0.51	0.43	0.061	0.03	0.04	0.009	0.03	0.04 ± 0.009	0.55	0.48 ± 0.058	0.48	0.48 ± 0.058	0.058	82.16	52.48 ± 0.173		
	P 42	東部	E	1.51	0.57	0.08	0.46	0.05	0.08	0.08	0.08	0.006	0.06	0.66 ± 0.006	0.66	0.66 ± 0.006	0.006	81.59	51.89		
	2年目 (Feb. 2019)	P 43	西部	A1	0.98	0.42	0.06	0.46	0.05	0.06	0.06	0.006	0.06	0.66 ± 0.006	0.66	0.66 ± 0.006	0.006	81.59	51.89		
		P 44	西部	A1	0.93 ± 0.043	0.42	0.41	0.010	0.12	0.11	0.007	0.08	0.10 ± 0.012	0.56	0.54 ± 0.036	0.54	0.54 ± 0.036	0.036	82.50	52.39 ± 0.345	
		P 45	西部	A1	0.93	0.42	0.10	0.46	0.05	0.10	0.10	0.006	0.06	0.66 ± 0.006	0.66	0.66 ± 0.006	0.006	81.59	51.89		
		P 46	西部	A2	1.17	0.32	0.06	0.46	0.05	0.06	0.06	0.06	0.006	0.06	0.66 ± 0.006	0.66	0.66 ± 0.006	0.006	81.59	51.89	
		P 47	西部	A2	1.00 ± 0.076	0.30	0.38	0.067	0.06	0.08	0.017	0.06	0.09 ± 0.010	0.53	0.55 ± 0.020	0.55	0.55 ± 0.020	0.020	83.03	52.93 ± 0.651	
		P 48	西部	A2	1.17	0.31	0.11	0.46	0.05	0.11	0.11	0.11	0.006	0.06	0.66 ± 0.006	0.66	0.66 ± 0.006	0.006	81.59	51.89	
P 49		西部	B1	1.28	0.43	0.08	0.46	0.05	0.08	0.08	0.08	0.006	0.06	0.66 ± 0.006	0.66	0.66 ± 0.006	0.006	81.59	51.89		
P 50		西部	B1	1.09 ± 0.055	0.33	0.48	0.101	0.05	0.07	0.012	0.05	0.13 ± 0.023	0.50	0.59 ± 0.062	0.59	0.59 ± 0.062	0.062	83.19	51.77 ± 0.339		
P 51		西部	B1	1.18	0.47	0.07	0.46	0.05	0.07	0.07	0.07	0.006	0.06	0.66 ± 0.006	0.66	0.66 ± 0.006	0.006	81.59	51.89		
P 52		西部	B2	1.11	0.46	0.10	0.46	0.05	0.10	0.10	0.10	0.006	0.06	0.66 ± 0.006	0.66	0.66 ± 0.006	0.006	81.59	51.89		
P 53		西部	B2	1.16 ± 0.147	0.38	0.39	0.041	0.08	0.08	0.009	0.08	0.10 ± 0.007	0.51	0.60 ± 0.064	0.60	0.60 ± 0.064	0.064	82.88	52.98 ± 0.055		
P 54		西部	B2	0.94	0.32	0.08	0.46	0.05	0.08	0.08	0.08	0.006	0.06	0.66 ± 0.006	0.66	0.66 ± 0.006	0.006	81.59	51.89		
P 55		西部	C	1.23	0.53	0.18	0.46	0.05	0.18	0.18	0.18	0.006	0.06	0.66 ± 0.006	0.66	0.66 ± 0.006	0.006	81.59	51.89		
P 56		西部	C	1.33 ± 0.107	0.34	0.48	0.069	0.03	0.12	0.047	0.03	0.10 ± 0.007	0.59	0.65 ± 0.054	0.65	0.65 ± 0.054	0.05				



表 48 西部圃場害虫発生状況

試験区	本数	年	月	害虫の種類/被害本数											被害本数が試験区の本数に占める割合					
				シロアリ	ハキリアリ	アリ	カイガラムシ	アブラムシ	バッタ	イモムシ	クモ	チョウ	カブトムシ	ヨコバイ		ネズミ				
A-1	703	2017	3	4	215	1											220	31%		
			4		23													23	3%	
			5					22		3								25	4%	
			6		10			9										19	3%	
			7		5			3										8	1%	
			8				7		1	1								9	1%	
			9			66												66	9%	
			10		42													42	6%	
			11		1	3		2										6	1%	
			12		12	21		10										43	6%	
			2018	1		12													12	2%
				2	4	102						1	21						128	18%
		3			18						1							19	3%	
		4			8													8	1%	
		5			26													26	4%	
		6			23				7		3	2						35	5%	
		7			4	11		6			3							24	3%	
		8				10										3		13	2%	
		9			20		2											22	3%	
		10			22		3											25	3%	
		11		17	26		3				2							48	7%	
		12		1	13	9	4				5							32	4%	
		2019	1		11	6	3	7		2								29	4%	
			2	1		19		2		3								25	3%	
	3			9	7	2											18	3%		
	4			4	6	2	1										13	2%		
	5			4	2	3											9	1%		
	6			4	5	2	3										14	2%		
	7			3	4	1	5										13	2%		
	8		1	4	2		6										13	2%		
	9			2	3		1										6	1%		
	10			6	12												18	3%		
	11			11	9		2										22	3%		
	12			14	7												21	3%		
	2020	1		8	5												13	2%		
		2		5	4												9	1%		
		3		4	6												10	1%		
		4		7	4												11	2%		
		5		3	5												8	1%		
		6		3	4												7	1%		
		7		2	3												5	1%		
		8		3	4												7	1%		
		9		2	6		1										9	1%		
		10		4	8												12	2%		
		11		7	6												13	2%		
		12		6	8												14	2%		
	2021	1		5	6												11	2%		
		2		4	5					1							10	1%		
3			5	7		1										13	2%			
4			4	6												10	1%			
5			6	3												9	1%			
6			4	2		4										10	1%			
7			3	4												7	1%			
8			1	3												4	1%			
9			3	2												5	1%			
10			1	3												4	1%			
11			2	1												3	0%			
12																0	0%			
	計			28	812	249	25	88	1	23	23	0	0	3	0					

試験区	本数	年	月	害虫の種類/被害本数										被害本数合計	被害本数が試験区の本数に占める割合				
				シロアリ	ハキリアリ	アリ	カイガラムシ	アブラムシ	バッタ	イモムシ	クモ	チョウ	カブトムシ			ヨコバイ	ネズミ		
A-2	864	2017	3		321			1									322	37%	
			4		42			5										47	5%
			5		96			44											140
		6		22			8											30	3%
		7		19			4											23	3%
		8			11			3										14	2%
		9		67														67	8%
		10		27														27	3%
		11		6	4													10	1%
		12		6	25			2										33	4%
		2018	1		25		1						2					28	3%
			2		121			4				16						141	16%
			3		22					2								24	3%
		4		11						2							13	2%	
		5		33													33	4%	
		6		26				6									32	4%	
		7		5	6			6	4	2							23	3%	
		8		12	14		2										28	3%	
		9		30													30	3%	
		10		33													33	4%	
		11		9	23		3										35	4%	
		12		10	8												18	2%	
		2019	1		8		5										13	1%	
			2		1		15										16	2%	
	3			1	8	10	1	2								22	2%		
	4		6		7											13	1%		
	5		1	3												4	0%		
	6		3	6			2									11	1%		
	7		2	5			4									11	1%		
	8		2	6			5									13	1%		
	9		3	4			1									8	1%		
	10		8	7												15	2%		
	11		8	6												14	2%		
	12		5	12												17	2%		
	2020	1		4	9			2								15	2%		
		2		3	6			1								10	1%		
		3		2	5											7	1%		
	4		5	5											10	1%			
	5		2	4											6	1%			
	6		5	1											6	1%			
	7		4	1											5	1%			
	8		2	3			1								6	1%			
	9		3	7											10	1%			
	10		5	11											16	2%			
	11		5	8			2								15	2%			
	12		11	7			2								20	2%			
	2021	1		9	7											16	2%		
		2		5	6				2							13	1%		
3			4	6			3								13	1%			
4		3	8											11	1%				
5		5	3											8	1%				
6		3	4			5								12	1%				
7		3	2			3								8	1%				
8		2	1			2								5	1%				
9		2	1			1								4	0%				
10		2	2			1								5	1%				
11		2	1			1								4	0%				
12														0	0%				
		計		11	1102	262	7	101	4	6	16	2	0	0	0				

試験区	本数	年	月	害虫の種類/被害本数										被害本数合計	被害本数が試験区の本数に占める割合						
				シロアリ	ハネリアリ	アリ	カイガラムシ	アブラムシ	バッタ	イモムシ	クモ	チョウ	カブトムシ			ヨコバイ	ネズミ				
B-1	376	2017	3		102				1									103	27%		
			4		51				6										57	15%	
			5						5									1	6	2%	
			6			21				6									27	7%	
			7			8				1									9	2%	
			8					5		1	1								7	2%	
			9					5											5	1%	
			10					5											5	1%	
			11						3										3	1%	
			12					8	12										20	5%	
			2018	1				15			1									16	4%
				2				18		1				9	3					31	8%
	3					8					1							9	2%		
	4					6						2						8	2%		
	5					7												7	2%		
	6					10			3									13	3%		
	7						6	2			2							10	3%		
	8						13											13	3%		
	9				1		14											15	4%		
	10						17		1									18	5%		
	11					9	16		3									28	7%		
	12						7	5										12	3%		
	2019	1				7	4	1										12	3%		
		2					10	1										11	3%		
		3					4	3	1									8	2%		
		4						5	1	2								8	2%		
		5					1	1	2									4	1%		
		6					3	2	1	1								7	2%		
		7					4	1	2	2								9	2%		
		8					1	3		4								8	2%		
		9					2	1										3	1%		
		10					3	5		1								9	2%		
		11					2	4										6	2%		
		12					16	6										22	6%		
	2020	1				7	5											12	3%		
		2				4	3											7	2%		
		3				2	3											5	1%		
		4				3	1											4	1%		
		5				3	2											5	1%		
		6				4	2											6	2%		
		7				2												2	1%		
		8				2	1											3	1%		
		9				4	3											7	2%		
		10				2	6											8	2%		
		11				4	3											7	2%		
		12				5	2											7	2%		
	2021	1				3	1											4	1%		
		2				4	3											7	2%		
3					1	3											4	1%			
4					3	4											7	2%			
5					4	2											6	2%			
6					2			1									3	1%			
7						2		1									3	1%			
8					1												1	0%			
9						2											2	1%			
10					2	1											3	1%			
11					2												2	1%			
12																	0	0%			
			計		10	433	120	16	34	1	5	9	3	0	0	1					

試験区	本数	年	月	害虫の種類/被害本数										被害本数合計	被害本数が 試験区の本 数に占める 割合					
				シロアリ	ハキリアリ	アリ	カイガラムシ	アブラムシ	バッタ	イモムシ	クモ	チョウ	カブトムシ			ヨコバイ	ネズミ			
B-2	399	2017	3		116												116	29%		
			4		61													61	15%	
			5		16			7										23	6%	
			6		13			5										18	5%	
			7		4			1										5	1%	
			8				6			2								8	2%	
			9			23			2									25	6%	
			10			17												17	4%	
			11					2	1									3	1%	
			12			3	7											10	3%	
			2018	1		2			2										4	1%
				2			21			6		11							38	10%
		3				14												14	4%	
		4				9												9	2%	
		5				10			1									11	3%	
		6				8												8	2%	
		7				2	4				1							7	2%	
		8				11												11	3%	
		9				15												15	4%	
		10				13												13	3%	
		11				13	32											45	11%	
		12				1	6	6	1					2				16	4%	
		2019	1			4	13		3									20	5%	
			2				15											15	4%	
	3					5	6		3								14	3%		
	4					4	3										7	2%		
	5					3	2										5	1%		
	6					5	4		1								10	2%		
	7					2	3		3								8	2%		
	8					2	5		3								10	2%		
	9					1	2		2								5	1%		
	10					1	5		6								12	3%		
	11					6	10		3								19	5%		
	12					5	10										15	4%		
	2020	1			6	4											10	2%		
		2			2	5		1									8	2%		
		3				3	6										9	2%		
		4				5	4										9	2%		
		5				4	3										7	2%		
		6				1	4										5	1%		
		7				1	4										5	1%		
		8				3	2		2								7	2%		
		9				3	4		1								8	2%		
		10				8	3										11	3%		
		11				3	8										11	3%		
		12				4	7										11	3%		
	2021	1			6	3											9	2%		
		2				4	5			1							10	2%		
3					6	2		2								10	2%			
4					3	5										8	2%			
5					1	3										4	1%			
6					1	2		2								5	1%			
7						3		1								4	1%			
8					1	2										3	1%			
9					2	1										3	1%			
10					1	2		1								4	1%			
11					1	2										3	1%			
12																0	0%			
		計			14	498	187	1	53	0	14	0	0	2	0	0				

試験区	本数	年	月	害虫の種類/被害本数										被害本数合計	被害本数が試験区の本数に占める割合					
				シロアリ	ハネリアリ	アリ	カイガラムシ	アブラムシ	バッタ	イモムシ	タモ	チョウ	カブトムシ			ヨコバイ	ネズミ			
C	249	2017	3		107												107	43%		
			4		81													81	33%	
			5		9			4										13	5%	
			6		2				3									5	2%	
			7		3					2								5	2%	
			8							2								2	1%	
			9		5					1								6	2%	
			10		4													4	2%	
			11															0	0%	
			12		1	2												3	1%	
			2018	1	2						1								3	1%
				2		17			1	1									19	8%
		3			16													16	6%	
		4			13													13	5%	
		5			13			1										14	6%	
		6			10													10	4%	
		7					6	1										7	3%	
		8			25			5			1							31	12%	
		9			23				1									24	10%	
		10			25				1									26	10%	
		11			1	16												17	7%	
		12			6	8												14	6%	
		2019	1		7	6			1									14	6%	
			2			11	1				1							13	5%	
			3		3	5	1											9	4%	
			4		1	2												3	1%	
			5		3	3	1											7	3%	
			6		3	2	1	2										8	3%	
			7		4	3		2										9	4%	
			8		3	2		1										6	2%	
			9		4	1		1										6	2%	
			10		2	4												6	2%	
			11		7	5		1										13	5%	
			12		4	8												12	5%	
		2020	1		3	6												9	4%	
			2		3	3												6	2%	
			3		5	4												9	4%	
			4		5	3												8	3%	
			5		3													3	1%	
			6			4												4	2%	
			7			4												4	2%	
			8		4			1										5	2%	
			9		3	2												5	2%	
			10		3	4												7	3%	
			11		3	8												11	4%	
			12		2	6			1									9	4%	
		2021	1		3	4												7	3%	
			2		2	3												5	2%	
			3		8	3		1										12	5%	
			4		2	4												6	2%	
			5		4	1												5	2%	
			6		3	2		1										6	2%	
			7		1	2		3										6	2%	
			8		2	1												3	1%	
			9		1	3												4	2%	
			10		1	2												3	1%	
			11			1												1	0%	
			12															0	0%	
		計				1	480	138	14	23	0	2	0	0	0	0	0	0	0	

試験区	本数	年	月	害虫の種類/被害本数										被害本数合計	被害本数が試験区の本数に占める割合				
				シロアリ	ハネリアリ	アリ	カイガラムシ	アブラムシ	バッタ	イモムシ	クモ	チョウ	カブトムシ			ヨコバイ	ネズミ		
D	90	2017	3		25											25	28%		
			4		19			3								22	24%		
			5		27			6									33	37%	
		6		15			2									17	19%		
		7		2			1									3	3%		
		8					2									2	2%		
		9														0	0%		
		10														0	0%		
		11														0	0%		
		12		2	6											8	9%		
		2018	1									3					3	3%	
			2		8							13					21	23%	
			3		2												2	2%	
			4		9												9	10%	
			5		5												5	6%	
			6														0	0%	
		97	7		1	2											3	3%	
			8		1												1	1%	
			9		2												2	2%	
			10		5												5	5%	
			11	6	16												22	23%	
			12		5	4											9	9%	
			2019	1		1	2											3	3%
				2			4				2							6	6%
	3					3											3	3%	
	4																0	0%	
	5				1												1	1%	
	6				1												1	1%	
	97	7		2												2	2%		
		8														0	0%		
		9														0	0%		
		10			1											1	1%		
		11		3	1											4	4%		
		12		2	1											3	3%		
		2020	1		2	2											4	4%	
			2		1	4											5	5%	
			3			1											1	1%	
			4		1	2											3	3%	
			5		1	4											5	5%	
			6		1	2											3	3%	
	97	7		2												2	2%		
		8				1										1	1%		
		9		1	3											4	4%		
		10			4											4	4%		
		11		2	3											5	5%		
		12		3	4											7	7%		
		2021	1		1	5											6	6%	
			2		2	5											7	7%	
3				4	2											6	6%		
4				3	2											5	5%		
5					3											3	3%		
6				1	2											3	3%		
97	7		2												2	2%			
	8		1												1	1%			
	9		2												2	2%			
	10			1											1	1%			
	11			1											1	1%			
	12														0	0%			
		計		6	163	73	0	14	0	2	16	0	0	0	0				

試験区	本数	年	月	害虫の種類/被害本数										被害本数合計	被害本数が試験区の本数に占める割合				
				シロアリ	ハキリアリ	アリ	カイガラムシ	アブラムシ	バッタ	イモムシ	クモ	チョウ	カブトムシ			ヨコバイ	ネズミ		
E	83	2017	3		19											19	23%		
			4		4											4	5%		
			5		8			5									13	16%	
			6		3			2									5	6%	
			7		2			1									3	4%	
			8														0	0%	
			9		1												1	1%	
			10		9												9	11%	
			11														0	0%	
			12														0	0%	
			2018	1														0	0%
				2		17												17	20%
		3															0	0%	
		4			5												5	6%	
		5			2												2	2%	
		6		1	2												3	4%	
		7			2	2											4	5%	
		8			1												1	1%	
		9			5												5	6%	
		10			2												2	3%	
		11			5												5	6%	
		2019		12		2	3											5	6%
			1		3	3											6	8%	
			2			2											2	3%	
	3															0	0%		
	4			8												8	10%		
	5															0	0%		
	6															0	0%		
	7															0	0%		
	8															0	0%		
	9															0	0%		
	10															0	0%		
	11															0	0%		
	2020	12														0	0%		
		1			1											1	1%		
		2														0	0%		
		3														0	0%		
		4														0	0%		
		5														0	0%		
		6														0	0%		
		7														0	0%		
		8														0	0%		
		9														0	0%		
		10														0	0%		
		11														0	0%		
	2021	12														0	0%		
		1														0	0%		
		2														0	0%		
3															0	0%			
4															0	0%			
5															0	0%			
6															0	0%			
7															0	0%			
8															0	0%			
9															0	0%			
10															0	0%			
11															0	0%			
12														0	0%				
計				1	100	11	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0%		

出所：提案法人作成









実施年度	本数	年	月	事業の種類/取替本数																取替本数の 合計	取替本数の 数に占める 割合					
				シロアリ	ハネアリ	アリ	クイアラム シ	ナンプ ク	アブラムシ	ハムシ	イモムシ	タモ	チュウ	カブトムシ	トンシメムシ	カメムシ	コオロギ	ゾウムシ	ツツガムシ			サシトケムシ	トンボ	ヨコバイ	ゴキブリ	ネズミ
74		2021	1																					4	100	
			2																						4	100
			3																						4	100
			4																						4	100
			5																						4	100
			6																						4	100
			7																						4	100
			8																						4	100
			9																						4	100
			10																						4	100
			11																						4	100
			12																						4	100
		2020	1																						4	100
			2																						4	100
			3																						4	100
			4																						4	100
			5																						4	100
			6																						4	100
			7																						4	100
			8																						4	100
			9																						4	100
			10																						4	100
			11																						4	100
			12																						4	100
75		2021	1																					4	100	
			2																					4	100	
			3																					4	100	
			4																					4	100	
			5																					4	100	
			6																						4	100
			7																						4	100
			8																						4	100
			9																						4	100
			10																						4	100
			11																						4	100
			12																						4	100
		2020	1																						4	100
			2																						4	100
			3																						4	100
			4																						4	100
			5																						4	100
			6																						4	100
			7																						4	100
			8																						4	100
			9																						4	100
			10																						4	100
			11																						4	100
			12																						4	100
2020	1																						4	100		
	2																						4	100		
	3																						4	100		
	4																						4	100		
	5																						4	100		
	6																						4	100		
	7																						4	100		
	8																						4	100		
	9																						4	100		
	10																						4	100		
	11																						4	100		
	12																						4	100		
合計				3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12		

出所：提案法人作成

表 50 成木：接種樹と無接種樹との果実収量調査

Plot	Tree number	May-18				Jun-18				Jul-18				Aug-18				Sep-18				Oct-18				Nov-18				Dec-18				
		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		
		Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)			
P1:Cont	T1	16	153.03	0	0	18	152.78	7	35.9	22	139.65	2	4.67	32	563.79	19	139.81	14	121.89	11	59.14	33	283.5	18	122.98	33	283.5	18	122.98	56	521.49	3	17.19	
	T2	0	0	0	0	9	69.3	4	16.24	26	123.29	0	0	24	218	16	84.016	12	118.06	20	138.16	43	372.21	12	80.51	43	372.21	12	80.51	54	512.32	4	43.27	
	T3	7	57.47	0	0	13	95.99	1	6.79	16	78.18	7	36.22	46	388.56	20	123.15	8	82.6	11	68.27	54	516.58	18	110.78	54	516.58	18	110.78	68	584.63	6	37.58	
	T4	0	0	0	0	12	84.57	2	10.56	17	103.5	2	8.02	38	340.43	14	98.55	9	82.13	15	84.02	60	579.8	18	119.52	60	573.8	18	119.52	45	340.47	5	33.23	
	T5	5	47.87	0	0	0	0	0	0	94.12	15	42.03	43	374.38	12	89.13	29	249.11	7	42.62	57	502.93	18	109.97	53	502.93	18	109.97	38	276.46	7	47.99		
	T6	0	0	4	26.21	17	158.49	1	5.7	16	80.2	4	15.23	13	109.09	4	22.04	26	222.1	26	215.41	56	519.7	18	136.33	56	519.7	18	136.33	60	498.73	2	9.12	
	T7	0	0	0	0	9	77.16	0	0	20	107.02	0	0	38	318.13	16	109.65	24	221.21	8	59.97	32	269.1	3	11.11	32	269.1	3	11.11	68	532.43	6	37.54	
	T8	0	0	0	0	8	71.2	6	49.68	15	86.35	0	0	33	304.26	17	118	19	179.16	6	33.62	35	343.5	9	80.97	35	343.5	9	80.97	73	607.26	6	40.21	
	T9	0	0	0	0	5	45.75	1	6.14	7	42.73	8	22.54	39	335.39	15	97.84	19	170.39	18	109.7	71	631.68	11	80.59	71	631.68	11	80.59	85	739.11	5	29.43	
	T10	0	0	0	0	13	131.14	2	21.77	12	62.11	2	5.54	29	253.14	25	153.28	18	158.02	22	156.78	37	389.09	11	81.47	37	389.09	11	81.47	83	726.67	2	9.47	
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>268.37</b>	<b>4</b>	<b>26.21</b>	<b>104</b>	<b>886.91</b>	<b>26</b>	<b>167.28</b>	<b>168</b>	<b>907.16</b>	<b>49</b>	<b>165.66</b>	<b>365</b>	<b>3208.14</b>	<b>168</b>	<b>1036.519</b>	<b>178</b>	<b>1604.67</b>	<b>148</b>	<b>995.69</b>	<b>478</b>	<b>4400.49</b>	<b>136</b>	<b>934.25</b>	<b>478</b>	<b>4394.49</b>	<b>136</b>	<b>934.25</b>	<b>630</b>	<b>4827.65</b>	<b>46</b>	<b>275.6</b>		
P2:Train ing+Prun ing	T1	16	131.31	0	0	5	49.74	5	31.23	20	107.01	4	11.93	24	185.56	19	116.93	23	244.76	10	50	46	387.63	21	140.25	46	387.63	21	140.25	73	675.21	7	42.76	
	T2	0	0	0	0	15	133.34	2	9.77	24	118.58	6	29.47	37	299.51	23	29.858	13	135.62	10	73.94	46	415.58	7	55.19	46	415.58	7	55.19	98	893.89	10	119.74	
	T3	6	47.03	0	0	0	0	1	4.03	20	105.26	3	4.16	17	123.8	16	91.04	12	111.38	12	76.7	33	279.46	15	114.99	33	279.46	15	114.99	97	947.93	9	55.28	
	T4	3	27.23	2	0	0	41.51	0	0	16	88.5	0	0	15	156.44	5	33.81	21	196.97	12	89.4	36	376.58	15	111.34	36	376.58	15	111.34	104	962.24	6	45.21	
	T5	6	54.88	0	0	1	5.42	4	32.14	9	64.83	22	92.36	21	189.82	7	40.75	25	182.37	12	74.4	39	258.12	8	66.69	39	258.12	8	66.69	131	1159.45	12	91.63	
	T6	6	49.65	0	0	8	59.91	7	43.76	12	64.79	0	0	23	212.52	13	76.51	24	245.47	10	68.03	45	338.76	11	94.31	45	338.76	11	94.31	125	1626.89	0	0	
	T7	0	0	0	0	10	91.89	3	24.92	23	107.92	2	6.61	11	72.38	0	0	27	179.53	28	155.63	58	507.53	13	74.82	58	507.53	13	74.82	134	1088.8	7	58.84	
	T8	5	45.05	0	0	5	47.36	2	18.72	12	60.02	3	9.16	25	207.02	11	73.17	24	162.5	20	135.91	84	802.66	13	79.51	84	802.66	13	79.51	127	1063.03	8	57.19	
	T9	0	0	0	0	3	22.14	1	5.32	14	93.01	8	37.54	19	160.18	0	0	28	216.49	10	47.57	66	583.44	14	129.7	66	583.44	14	129.7	123	1011.2	5	41.61	
	T10	0	0	0	0	14	115.42	4	23.52	24	169.9	9	39.9	31	269.06	0	0	8	46.12	7	35.73	48	434.26	6	52.86	48	434.26	6	52.86	96	972.98	0	0	
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>364.33</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>66</b>	<b>666.73</b>	<b>29</b>	<b>193.44</b>	<b>174</b>	<b>970.262</b>	<b>67</b>	<b>232.29</b>	<b>223</b>	<b>1870.29</b>	<b>96</b>	<b>481.884</b>	<b>209</b>	<b>1721.11</b>	<b>131</b>	<b>835.39</b>	<b>492</b>	<b>4382.05</b>	<b>123</b>	<b>916.69</b>	<b>492</b>	<b>3977.47</b>	<b>123</b>	<b>882.93</b>	<b>1112</b>	<b>9794.43</b>	<b>73</b>	<b>464.89</b>		
P3:Train ing+Boo d	T1	0	0	0	0	4	33.06	11	8.43	2	14.36	2	6.82	23	201.14	14	86.74	26	237.97	29	200.72	23	201.91	6	49.4	23	201.91	6	49.4	29	219.43	5	27.14	
	T2	0	0	0	0	17	141.91	1	10.3	5	27.84	0	0	13	108.55	7	37.08	43	326.97	14	82.26	31	269.19	11	90.37	31	269.19	11	90.37	38	315.24	7	40.89	
	T3	0	0	0	0	11	88.27	3	20.94	9	50.91	2	11.37	37	37	50.03	7	50.03	31	483.05	24	190.17	36	380.5	6	70.03	36	380.5	6	70.03	44	352.16	0	0
	T4	4	33.21	0	0	15	132.23	1	5.63	9	54.52	0	0	44	404.3	7	46.32	32	599.13	17	83.04	41	329.81	8	42.05	41	329.81	8	42.05	60	348.2	1	5.7	
	T5	0	0	0	0	5	38.95	0	0	1	5.69	0	0	35	318.9	10	58.37	37	376.12	17	124.24	68	578.9	5	35.59	68	578.9	5	35.59	69	415.72	5	42.1	
	T6	6	58.22	0	0	4	45.05	0	0	6	38.34	0	0	37	382.68	11	81.45	71	689.68	39	259.84	58	579.8	13	90.97	58	579.8	13	90.97	60	521.38	6	46.43	
	T7	0	0	0	0	20	236.6	1	4.84	6	31.42	6	17.72	17	132.79	18	116.74	38	350.99	30	197.87	54	497.3	10	89.03	54	497.3	10	89.03	74	650.73	5	30.12	
	T8	0	0	0	0	32	220.32	0	0	5	27.44	4	15.65	21	196.28	9	58.03	24	220.62	23	137.67	46	396.74	7	44.01	46	396.74	7	44.01	180	1639.86	12	89.5	
	T9	0	0	0	0	5	41.35	1	5.48	10	52.2	0	0	7	38.58	7	39.76	33	285.92	25	153.89	19	177.11	5	24.63	19	177.11	5	24.63	36	322.96	6	46	
	T10	0	0	0	0	12	110.8	4	23.01	4	30.86	2	7.52	5	48.77	10	51.14	26	243.48	23	135.47	26	227.14	10	75.07	26	227.14	10	75.07	104	892.6	10	72.1	
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>91.43</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>126</b>	<b>1088.37</b>	<b>12</b>	<b>78.98</b>	<b>67</b>	<b>333.67</b>	<b>16</b>	<b>69.11</b>	<b>339</b>	<b>2191.87</b>	<b>100</b>	<b>626.71</b>	<b>373</b>	<b>3403.93</b>	<b>240</b>	<b>1658.14</b>	<b>402</b>	<b>3429.39</b>	<b>81</b>	<b>611.26</b>	<b>402</b>	<b>3629.39</b>	<b>82</b>	<b>611.26</b>	<b>676</b>	<b>6781.76</b>	<b>67</b>	<b>400.1</b>		

Plot	Tree number	Jan-19				Feb-19				Mar-19				Apr-19				May-19				Jun-19			
		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts	
		Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)
P1:Cont	T1	45	330.16	4	40.16	18	147.7	2	8.12	25	218.54	4	50.17	25	218.09	0	0	11	95.16	5	36.84	6	38.34	1	3.12
	T2	56	487.69	7	48.1	38	337.16	7	47.9	30	229.16	0	0	13	139.1	0	0	13	118.02	3	21	2	14.36	0	0
	T3	40	348.17	3	17.18	50	390.15	0	0	40	340.2	3	19.17	26	219.54	3	4.16	20	190.91	5	33.36	6	37.38	1	2.47
	T4	54	498.72	16	110.34	42	360.1	7	45.7	32	217.62	0	0	14	127.23	0	0	15	131.42	5	27.43	6	38.16	1	3.21
	T5	46	342.19	24	276.1	30	219.6	8	50.16	37	327.78	5	67.2	10	50.28	6	17.72	12	120.51	0	0	8	64.49	1	3.48
	T6	50	512.1	36	318.72	40	337.4	4	33.74	35	228.17	0	0	9	49.3	0	0	13	117.51	0	0	8	60.12	0	0
	T7	53	496.46	17	134.17	35	238.1	4	40.18	43	334.47	6	67.2	18	149.16	2	6.82	17	150.17	3	13.34	16	87.51	0	0
	T8	78	612.56	19	216.42	43	372.32	0	0	50	329.19	2	17.03	23	201.47	4	15.65	18	172.26	0	0	7	42.73	0	0
	T9	80	712.48	28	244.12	60	415.72	0	0	62	427.43	7	48.06	21	187.34	7	28.21	14	152.28	0	0	6	30.78	0	0
	T10	88	728.49	10	96.47	50	375.6	0	0	39	387.17	3	32.18	32	234.19	12	40.12	4	29.54	0	0	6	31.1	4	6.51
<b>Total</b>	<b>588</b>	<b>5,087</b>	<b>162</b>	<b>1,502</b>	<b>406</b>	<b>3,194</b>	<b>28</b>	<b>192</b>	<b>393</b>	<b>3,050</b>	<b>30</b>	<b>303</b>	<b>195</b>	<b>1,576</b>	<b>34</b>	<b>111</b>	<b>137</b>	<b>1,278</b>	<b>21</b>	<b>132</b>	<b>71</b>	<b>445</b>	<b>8</b>	<b>19</b>	
P2:Training+Pruning	T1	50	389.96	1	20.11	47	367.47	0	0	40	316.54	0	0	12	72.37	4	14.58	15	121.02	0	0	18	94.12	2	4.61
	T2	54	476.12	9	67.84	70	624.18	0	0	54	511.72	2	10.03	11	68.19	2	5.38	17	128.61	0	0	17	80.34	7	30.47
	T3	68	532.4	28	316.12	55	312.52	0	0	30	198.29	0	0	27	228.44	9	39.9	14	121.34	0	0	15	93.01	4	7.12
	T4	60	415.72	30	160.54	50	387.17	0	0	43	369.42	0	0	14	126.3	1	3.17	15	144.1	0	0	0	0	4	6.21
	T5	70	567.96	12	91.55	43	348.78	0	0	80	315.59	5	29.16	15	138.17	3	9.16	13	127.62	0	0	9	64.17	7	32.1
	T6	26	210.54	11	87.19	40	312.72	0	0	27	218.54	0	0	10	49.38	0	0	12	112.12	0	0	11	60.02	7	28.45
	T7	42	358.6	7	46.26	50	349.76	0	0	43	342.62	0	0	7	30.2	1	2.28	15	129.6	0	0	15	54.8	1	2.38
	T8	68	319.62	19	230.14	60	424.19	0	0	16	134.17	0	0	5	26.98	0	0	16	152.59	0	0	10	54.52	0	0
	T9	64	476.17	28	324.46	46	340.47	0	0	20	200.14	3	19.12	29	284.47	11	68.27	15	195.16	0	0	16	89.17	0	0
	T10	44	352.24	14	120.37	70	630.73	0	0	27	237.79	6	76.14	16	124.26	5	42.62	16	139.52	0	0	2	10.54	0	0
<b>Total</b>	<b>548</b>	<b>4,099</b>	<b>159</b>	<b>1,465</b>	<b>531</b>	<b>4,098</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>380</b>	<b>2,845</b>	<b>16</b>	<b>134</b>	<b>146</b>	<b>1,149</b>	<b>36</b>	<b>185</b>	<b>148</b>	<b>1,232</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>113</b>	<b>601</b>	<b>32</b>	<b>111</b>	
P3:Training+Sod	T1	28	216.34	15	111.24	50	319.97	0	0	14	137.29	3	47.12	30	189.19	6	17.69	10	52.2	0	0	4	30.86	2	3.17
	T2	17	148.44	13	117.09	48	374.6	0	0	12	11.47	0	0	10	50.09	0	0	8	42.16	3	9.16	11	62.1	2	3.49
	T3	36	248.19	12	98.12	40	319.24	0	0	35	242.19	0	0	8	49.19	0	0	5	27.84	8	36.02	13	93.06	6	17.72
	T4	42	391.38	10	74.06	60	420.16	0	0	47	349.16	4	42.16	6	38.34	0	0	10	51.17	2	4.67	18	103.05	6	20.16
	T5	54	446.78	9	56.49	53	512.3	0	0	52	512.24	0	0	17	130.92	0	0	11	60.02	0	0	30	219.48	7	34.42
	T6	18	156.6	17	219.67	58	521.49	0	0	47	316.96	0	0	24	210.17	8	40.17	7	42.73	0	0	34	316.47	0	0
	T7	36	316.47	26	240.08	60	419.74	0	0	58	532.1	2	29.14	28	216.49	3	3.89	9	50.91	0	0	15	102.08	4	7.4
	T8	47	359.28	32	312.38	30	217.78	0	0	62	419.74	0	0	26	214.12	6	15.87	10	52.01	0	0	3	27.44	1	2.83
	T9	67	523.37	9	104.27	40	317.12	0	0	19	147.72	2	27.12	35	227.19	9	41.1	3	14.36	0	0	12	64.29	4	6.09
	T10	16	619.76	4	24.34	43	343.87	0	0	21	187.43	1	12.04	40	315.84	13	43.34	27	123.29	2	7.52	6	37.56	8	37.54
<b>Total</b>	<b>421</b>	<b>3,428</b>	<b>147</b>	<b>1,356</b>	<b>482</b>	<b>3,768</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>367</b>	<b>2,886</b>	<b>12</b>	<b>158</b>	<b>224</b>	<b>1,841</b>	<b>45</b>	<b>162</b>	<b>100</b>	<b>489</b>	<b>15</b>	<b>57</b>	<b>146</b>	<b>1,056</b>	<b>40</b>	<b>132</b>	
Plot	Tree number	Jul-19				Aug-19				Sep-19				Oct-19				Nov-19				Dec-19			
		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts	
		Number	Weight	Number	Weight	Number	Weight	Number	Weight	Number	Weight	Number	Weight	Number	Weight	Number	Weight	Number	Weight	Number	Weight	Number	Weight	Number	Weight
P1:Cont	T1	40	312.6	2	5.62	48	360.16	1	3.19	60	498.67	10	72.16	68	578.9	29	200.72	55	521.49	24	80.19	78	815.74	16	42.12
	T2	34	314.17	4	6.51	30	292.47	7	39.75	45	341.35	9	55.27	55	502.93	26	153.86	60	612.56	16	42.2	80	730.15	13	17.19
	T3	30	220.19	3	3.17	40	348.17	11	89.14	30	218.54	15	111.14	46	387.84	15	84.02	67	563.44	9	44.84	90	905.65	5	19.22
	T4	20	94.12	1	2.14	42	391.38	7	42.62	11	52.21	0	0	19	177.1	7	42.62	10	28.27	4	38.76	110	966.74	19	56.19
	T5	19	103.92	0	0	20	110.19	7	40.76	45	387.57	20	119.74	30	256.12	20	136.16	45	340.47	16	47.24	112	971.53	21	79.34
	T6	18	98.44	0	0	18	120.16	4	22.09	39	337.16	18	107.86	45	338.76	18	109.7	60	498.73	18	56.19	134	1120.19	10	38.76
	T7	23	107.92	6	21.12	22	129.65	1	2.27	50	390.19	22	276.15	55	529.16	24	180.17	67	519.86	21	78.24	102	972.26	7	45.46
	T8	18	89.44	3	17.1	20	107.01	0	0	36	248.16	6	36.54	60	573.8	25	157.49	78	819.69	14	39.17	60	472.44	24	89.12
	T9	14	107.92	0	0	30	294.07	5	33.82	37	249.57	9	57.19	54	518.58	24	179.46	96	820.44	9	45.12	56	533.14	32	220.14
	T10	10	54.52	2	4.16	29	281.4	1	2.09	40	348.22	17	219.42	37	382.09	17	83.04	124	1077.65	11	56.13	96	817.76	22	124.02
<b>Total</b>	<b>228</b>	<b>1,503</b>	<b>21</b>	<b>80</b>	<b>299</b>	<b>2,436</b>	<b>44</b>	<b>254</b>	<b>393</b>	<b>3,072</b>	<b>128</b>	<b>1,085</b>	<b>489</b>	<b>4,243</b>	<b>205</b>	<b>1,327</b>	<b>862</b>	<b>5,803</b>	<b>142</b>	<b>528</b>	<b>918</b>	<b>8,306</b>	<b>169</b>	<b>732</b>	
P2:Training+Pruning	T1	20	95.17	1	2.19	22	121.74	7	41.17	56	520.47	6	38.44	43	326.87	21	143.28	75	645.02	14	49.29	86	719.76	14	29.44
	T2	14	93.08	4	7.6	16	130.79	9	69.19	40	349.67	12	89.13	31	483.05	18	110.78	98	893.69	26	89.11	90	920.43	28	119.79
	T3	30	230.2	0	0	18	123.8	4	20.49	56	517.27	20	123.16	37	376.12	39	250.84	94	905.65	12	35.09	87	819.37	10	57.14
	T4	22	96.14	3																					

Plot	Tree number	Jan-20				Feb-20				Mar-20				Apr-20				May-20				Jun-20			
		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts	
		Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)
P1:Cont	T1	50	398.96	10	20.11	98	819.74	17	32.12	69	579.34	34	216.72	36	324.97	23	135.47	14	121.87	11	59.16	78	716.74	22	124.07
	T2	54	476.12	9	67.84	110	978.62	30	89.17	56	530.49	26	117.96	43	326.6	25	153.86	12	117.14	20	132.14	80	730.18	32	198.46
	T3	65	532.43	2	30.03	80	844.11	12	17.29	47	389.62	17	74.09	31	483.07	22	137.67	8	72.13	14	68.26	40	320.46	24	78.12
	T4	60	415.72	30	160.54	30	395.16	7	40.16	20	187.18	10	40.16	32	599.14	30	197.87	9	82.13	15	84.07	120	976.47	10	43.07
	T5	70	567.96	12	91.55	120	1032.78	32	107.96	30	267.12	25	159.17	37	376.17	39	250.84	29	239.11	7	42.63	97	834.96	7	45.16
	T6	28	210.54	11	87.19	145	1023.39	40	217.16	46	339.77	19	109.44	71	689.69	17	124.24	26	210.21	20	199.81	132	871.53	21	68.43
	T7	42	398.6	7	47.28	160	2037.87	52	220.89	56	532.18	24	97.65	38	359.99	17	83.04	24	221.16	8	56.97	96	719.24	19	46.34
	T8	65	519.62	19	232.13	90	872.86	16	29.14	62	378.86	26	89.07	24	220.62	24	190.17	19	169.15	6	33.62	56	446.17	13	26.17
	T9	64	476.17	28	317.46	96	817.54	5	10.34	56	316.28	17	83.34	35	285.92	14	82.26	26	198.21	18	107.66	74	670.26	16	32.42
	T10	44	352.24	14	120.39	116	846.78	19	45.12	47	398.62	25	44.38	26	243.48	29	200.72	18	158.14	22	156.79	96	527.77	15	28.76
<b>Total</b>	<b>540</b>	<b>4,348</b>	<b>142</b>	<b>1,175</b>	<b>1,040</b>	<b>9,678</b>	<b>230</b>	<b>809</b>	<b>489</b>	<b>3,919</b>	<b>223</b>	<b>1,032</b>	<b>373</b>	<b>3,901</b>	<b>240</b>	<b>1,556</b>	<b>185</b>	<b>1,589</b>	<b>149</b>	<b>941</b>	<b>849</b>	<b>6,813</b>	<b>179</b>	<b>692</b>	
P2:Training+Pruning	T1	60	419.74	15	112.22	100	916.76	16	40	44	329.98	21	27.16	33	283.9	21	143.28	25	244.16	21	143.28	68	624.34	19	25.62
	T2	46	350.47	13	117.09	90	842.39	19	16.02	33	478.06	19	38.15	43	372.21	7	65.12	15	135.62	18	110.26	78	692.17	20	11.89
	T3	70	630.79	12	98.12	87	811.47	6	19.17	38	376.15	40	197.26	45	516.58	15	114.39	12	112.37	39	254.28	89	824.96	17	24.56
	T4	43	345.27	10	74.06	98	875.29	18	56.16	72	632.56	39	151.17	60	573.81	15	120.34	21	196.97	23	135.42	93	799.98	42	124.16
	T5	58	521.3	9	56.49	134	1017.97	20	17.19	30	434.14	26	98.79	55	510.96	8	66.57	25	182.87	28	155.67	28	317.49	37	217.49
	T6	48	374.54	17	219.6	96	894.76	24	16.12	42	332.36	20	34.12	56	519.72	11	94.31	24	245.47	20	135.92	76	817.35	25	44.79
	T7	55	312.75	26	240.05	112	961.35	22	20.07	56	437.32	16	19.56	32	269.74	13	74.81	27	179.53	16	84.16	47	384.08	16	55.12
	T8	62	419.74	32	312.39	76	690.15	17	24.19	46	398.47	30	47.96	35	343.52	13	79.51	24	162.5	30	197.84	84	916.07	34	56.17
	T9	40	317.15	9	104.27	140	1200.45	9	10.29	67	589.47	34	99.84	67	631.14	14	126.7	28	216.49	34	219.27	106	978.97	39	221.18
	T10	47	367.48	4	24.35	137	1027.97	49	37.06	65	529.34	38	16.42	37	384.16	13	52.86	32	46.12	27	168.47	90	894.98	11	17.09
<b>Total</b>	<b>529</b>	<b>4,059</b>	<b>147</b>	<b>1,359</b>	<b>1,070</b>	<b>9,239</b>	<b>200</b>	<b>256</b>	<b>493</b>	<b>4,838</b>	<b>283</b>	<b>780</b>	<b>463</b>	<b>4,408</b>	<b>130</b>	<b>838</b>	<b>233</b>	<b>1,722</b>	<b>256</b>	<b>1,605</b>	<b>759</b>	<b>7,250</b>	<b>260</b>	<b>798</b>	
P3:Training+Pruning+Sod	T1	86	726.47	19	133.81	109	891.46	14	20.12	63	537.26	20	65.94	46	387.84	16	84.05	62	537.24	20	126.15	89	719.86	22	19.22
	T2	40	349.2	16	84.19	140	1024.76	28	76.96	59	517.56	14	72.13	46	415.58	10	47.57	58	512.48	14	58.17	69	640.67	14	98.24
	T3	76	614.56	20	123.15	99	817.67	19	56.14	82	819.67	15	84.16	33	279.46	18	109.7	60	812.17	22	134.24	78	612.56	19	234.19
	T4	60	724.17	14	98.55	107	915.34	16	40.16	81	840.85	10	85.09	36	315.34	12	72.43	86	838.45	24	126.34	88	532.17	17	91.55
	T5	97	837.29	12	25.12	89	819.37	11	30.97	50	419.68	13	72.19	30	256.12	13	68.27	45	338.46	18	97.16	76	614.49	32	97.86
	T6	76	612.56	4	109.65	67	527.98	19	62.17	76	619.87	16	54.86	45	338.76	18	110.41	75	631.17	13	47.19	49	374.56	26	116.44
	T7	84	712.48	10	112	94	807.87	17	29.44	62	726.36	22	98.17	58	507.59	20	137.67	59	516.24	17	80.07	74	615.97	34	312.97
	T8	65	476.17	17	94.84	100	919.98	13	15.09	53	916.32	37	113.08	84	814.67	28	250.84	90	918.47	34	196.18	96	846.36	20	160.56
	T9	68	519.72	15	124.07	47	349.89	16	44.97	42	329.18	24	87.26	66	586.47	18	83.07	40	329.26	17	74.12	67	528.29	17	219.6
	T10	56	496.46	25	153.29	90	894.45	21	124.07	56	529.23	37	98.87	48	434.28	17	96.17	84	824.32	24	96.47	86	712.36	25	153.24
<b>Total</b>	<b>728</b>	<b>6,069</b>	<b>152</b>	<b>1,059</b>	<b>942</b>	<b>7,989</b>	<b>174</b>	<b>500</b>	<b>630</b>	<b>6,256</b>	<b>208</b>	<b>812</b>	<b>492</b>	<b>4,397</b>	<b>170</b>	<b>878</b>	<b>679</b>	<b>6,258</b>	<b>203</b>	<b>1,036</b>	<b>755</b>	<b>6,197</b>	<b>226</b>	<b>1,504</b>	
Plot	Tree number	Jul-20				Aug-20				Sep-20				Oct-20				Nov-20				Dec-20			
		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts	
		Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)
P1:Cont	T1	14	121.89	18	122.98	68	587.9	15	92.04	86	786.43	28	80.11	130	1016.97	84	410.84	143	1384.64	34	250.48	69	579.9	80	179.26
	T2	12	118.06	11	81.89	55	493.57	10	62.96	70	679.68	16	30.1	110	987.43	37	177.18	120	1201.47	40	248.97	60	502.48	17	92.47
	T3	8	82.76	12	79.16	46	364.78	37	167.24	40	815.48	9	17	70	619.26	26	1012.04	90	802.66	17	22.19	39	386.29	24	170.16
	T4	9	84.24	9	62.04	19	110.77	16	82.17	80	779.16	17	40.05	96	813.76	64	269.14	67	573.14	32	197.88	40	374.48	18	97.46
	T5	22	243.14	15	143.37	30	262.51	13	71.06	71	537.47	34	62.17	87	876.12	48	234	69	412.34	12	21.46	45	338.97	15	48.26
	T6	26	234.07	13	79.62	45	580.37	18	24.89	76	812.45	26	34.16	112	128.49	76	397.18	79	631.24	29	155.56	67	585.49	26	176.04
	T7	24	214.34	18	137.46	55	519.16	24	84.19	48	460.13	17	10.97	86	637.98	34	196.18	104	109.82	18	83.04	55	532.15	29	98.37
	T8	19	179.39	14	74.28	60	538.87	22	126.49	65	476.96	26	38.14	79	718.34	24	90.42	89	834.47	21	135.12	54	516.85	17	59.24
	T9	18	160.47	9	52.07	54	518.29	14	86.74	66	519.78	32	57.29	140	1038.16	96	472.86	98	912.09	14	86.62	37	367.24	24	38.12
	T10	36	224.37	17	119.84	37	329.27	20	49.12	56	496.46	29	30.17	88	634.05	31	187.42	114	1234.07	35	179.14	60	573.27	19	76.44
<b>Total</b>	<b>188</b>	<b>1,663</b>	<b>136</b>	<b>953</b>	<b>469</b>	<b>4,303</b>	<b>189</b>	<b>847</b>	<b>658</b>	<b>6,364</b>	<b>234</b>	<b>400</b>	<b>1,008</b>	<b>7,471</b>	<b>518</b>	<b>3,447</b>	<b>973</b>	<b>8,006</b>	<b>252</b>	<b>1,380</b>	<b>526</b>	<b>4,755</b>	<b>269</b> </		

Plot	Tree number	Jan-21				Feb-21				Mar-21				Apr-21				May-21				Jun-21			
		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts	
		Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)
P1:Cont	T1	25	218.54	4	50.17	50	319.97	15	98.24	116	864.87	19	40.12	95	846.76	22	25.02	28	217.43	4	32.16	64	467.52	19	25.15
	T2	30	229.16	3	0	48	374.5	13	112.97	96	846.54	5	11.43	66	467.69	37	56.19	17	138.34	7	48.18	76	649.14	20	11.27
	T3	46	340.2	3	19.14	49	322.42	13	78.12	90	827.78	16	27.18	42	327.45	12	16.07	18	147.27	3	17.19	87	647.02	17	24.12
	T4	32	217.82	0	0	60	492.16	10	47.04	160	2032.49	51	210.18	26	212.45	9	10.12	19	123.14	10	99.27	47	342.06	49	112.24
	T5	37	327.79	5	60.17	53	517.29	9	85.94	140	1072.16	40	217.18	72	679.3	17	24.45	36	248.91	24	219.86	49	372.17	37	215.49
	T6	35	228.17	0	0	58	513.49	17	214.42	120	127.99	31	107.89	37	248.16	14	11.32	42	387.27	17	271.14	67	549.18	25	45.87
	T7	43	334.47	6	67.2	60	416.37	26	212.17	50	398.16	7	40.16	52	834.27	25	142.29	54	464.87	19	216.19	69	522.04	16	38.96
	T8	50	329.19	2	17.03	30	227.12	32	321.07	80	824.17	12	17.29	59	389.45	10	32.15	36	248.39	26	212.44	78	617.49	34	56.42
	T9	62	427.43	7	48.09	40	317.21	9	98.12	110	978.26	30	98.71	40	349.07	40	122.07	47	328.57	10	38.04	89	799.08	39	217.04
	T10	39	397.17	3	32.18	43	334.78	4	24.43	98	819.47	17	32.12	79	616.49	19	34.13	67	537.72	37	328.25	96	578.52	11	17.08
<b>Total</b>	<b>393</b>	<b>3,050</b>	<b>30</b>	<b>294</b>	<b>482</b>	<b>3,835</b>	<b>147</b>	<b>1,292</b>	<b>1,060</b>	<b>8,892</b>	<b>228</b>	<b>302</b>	<b>568</b>	<b>4,971</b>	<b>205</b>	<b>474</b>	<b>364</b>	<b>2,842</b>	<b>157</b>	<b>1,483</b>	<b>722</b>	<b>5,815</b>	<b>267</b>	<b>764</b>	
P2:Training+Pruning	T1	40	316.54	0	0	40	961.45	14	79.86	109	821.48	12	40	46	382.17	6	9.34	45	332.61	14	89.67	40	349.09	9	10.22
	T2	54	511.72	2	10.03	54	517.27	7	27.12	140	1024.76	13	16.04	37	311.04	10	11.24	56	478.96	7	36.1	66	467.69	14	22.08
	T3	30	198.29	0	0	30	189.92	7	37.14	98	817.67	6	19	48	344.28	13	25.12	40	384.71	7	27.12	42	324.52	17	24.44
	T4	43	369.42	0	0	43	396.24	7	32.46	107	915.37	12	56	96	813.47	7	10.32	54	489.27	9	46.24	37	238.16	19	18.07
	T5	50	315.59	5	29.16	50	317.95	10	85.73	89	819.34	40	15	110	916.29	40	89.29	46	319.42	10	52.17	85	934.17	23	27.08
	T6	27	218.54	0	0	27	281.45	11	81.54	67	577.58	20	20.16	94	749.98	22	35.16	50	517.14	16	13.29	73	614.94	7	9.46
	T7	43	342.62	0	0	43	324.62	18	96.47	94	919.87	21	24.07	56	298.16	16	10.94	55	446.64	18	87.12	40	349.16	26	16.32
	T8	16	134.17	0	0	16	124.1	9	48.11	100	398.98	17	10.29	67	473.34	9	10.22	76	624.19	9	46.34	72	619.44	14	20.16
	T9	20	200.14	3	19.12	20	132.11	7	29.67	47	815.47	9	8.28	89	719.73	5	7.12	80	712.89	7	29.19	52	387.17	6	8.14
	T10	27	237.79	6	76.14	27	273.37	10	41.1	90	834.54	49	37	47	342.03	6	10.45	86	726.94	14	32.86	73	622.08	18	10.37
<b>Total</b>	<b>350</b>	<b>2,845</b>	<b>16</b>	<b>134</b>	<b>350</b>	<b>3,818</b>	<b>100</b>	<b>659</b>	<b>941</b>	<b>7,945</b>	<b>199</b>	<b>246</b>	<b>690</b>	<b>5,350</b>	<b>134</b>	<b>219</b>	<b>588</b>	<b>5,033</b>	<b>111</b>	<b>460</b>	<b>580</b>	<b>4,906</b>	<b>153</b>	<b>166</b>	
P3:Training+Pruning+So d	T1	14	137.29	3	47.12	47	376.74	19	99.81	137	1072.79	21	124.13	38	216.46	46	134.29	44	324.54	12	35.14	44	356.12	12	24.17
	T2	12	111.47	0	0	70	642.81	18	84.19	180	1045.27	12	40.79	47	327.52	24	97.16	64	467.71	9	48.26	64	476.17	6	16.02
	T3	38	242.19	0	0	55	312.85	20	117.23	76	670.53	13	16.03	87	769.72	10	12.44	68	562.19	4	32.16	68	512.26	23	32.47
	T4	47	349.16	4	52.16	50	378.71	14	89.97	112	1017.97	17	28	76	624.27	32	89.17	42	360.82	6	24.17	42	352.17	5	10.04
	T5	53	512.24	0	0	43	384.87	12	79.19	96	850.92	19	62.41	49	31.69	19	89.87	26	242.16	11	26.12	26	210.15	16	28.16
	T6	47	316.96	0	0	40	321.87	4	17.98	134	811.74	10	9.07	92	813.25	29	82.02	79	576.69	2	10.04	79	413.12	29	72.14
	T7	58	532.1	2	29.14	50	349.57	13	17.98	89	843.95	12	30.46	67	415.49	23	97.16	60	417.27	16	32.47	62	516.49	32	56.45
	T8	52	419.74	0	0	69	419.19	17	112.32	78	819.47	12	72.05	31	32.47	68	323.34	14	63.12	62	419.47	4	7.9		
	T9	19	147.72	2	27.12	46	342.74	15	97.84	90	824.16	28	44	36	212.27	17	10.98	54	467.21	7	16.09	54	329.47	6	12
	T10	21	197.43	1	12.04	70	643.37	25	134.82	110	998.46	14	20.17	86	749.49	9	40.52	50	389.6	5	24.18	58	421.37	2	10.08
<b>Total</b>	<b>370</b>	<b>2,966</b>	<b>12</b>	<b>168</b>	<b>531</b>	<b>4,177</b>	<b>160</b>	<b>931</b>	<b>1,102</b>	<b>8,780</b>	<b>158</b>	<b>447</b>	<b>628</b>	<b>4,591</b>	<b>225</b>	<b>656</b>	<b>546</b>	<b>4,132</b>	<b>86</b>	<b>317</b>	<b>555</b>	<b>4,009</b>	<b>135</b>	<b>269</b>	
Plot	Tree number	Jul-21				Aug-21				Sep-21				Oct-21				Nov-21				Dec-21			
		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts	
		Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)		
P1:Cont	T1	50	398.69	19	123.11	86	746.49	34	289.16	60	419.74	10	20.11	68	378.9	29	200.72	50	396.16	10	80.11	706.47	22	136.14	
	T2	54	470.12	16	48.16	45	361.32	12	72.07	46	630.79	9	67.84	55	5028.93	26	153.86	54	467.21	9	67.84	679.62	16	84.19	
	T3	68	523.34	20	132.47	40	371.16	0	0	70	345.27	2	30.09	46	387.64	15	84.02	68	523.34	2	30.03	40	315.48	9	54.11
	T4	60	415.44	15	121.07	46	342.17	16	124.32	43	521.3	30	160.54	19	177.1	7	42.62	60	425.27	30	160.45	80	779.16	17	84.19
	T5	70	415.27	13	72.24	59	472.46	24	198.76	58	374.54	12	91.55	30	256.12	20	136.16	70	622.19	12	91.56	79	537.47	34	219.25
	T6	26	210.45	12	89.17	76	619.79	9	34.07	48	312.75	11	87.19	45	338.76	18	109.7	26	254.17	11	87.19	76	612.45	26	217.18
	T7	68	516.42	7	74.13	55	464.49	17	99.19	55	419.74	7	47.26	55	529.16	24	190.17	42	383.06	7	47.26	48	460.17	17	94.26
	T8	54	467.12	14	121.22	80	782.79	23	216.34	62	317.15	15	232.13	60	573.8	25	157.49	65	467.71	18	232.13	65	476.96	26	124.19
	T9	46	372.25	21	147.16	56	498.47	32	154.16	40	367.48	28	317.46	54	516.58	24	179.46	64	352.42	28	317.46	68	519.78	32	162.14
	T10	89	746.26	19	223.14	50	412.76	8	40.32	47	350.72	14	120.39	37	382.09	17	83.04	44	376.17	14	120.32	56	496.46	29	117.24
<b>Total</b>	<b>595</b>	<b>4,535</b>	<b>156</b>	<b>1,152</b>	<b>593</b>	<b>5,072</b>	<b>175</b>	<b>1,227</b>	<b>529</b>	<b>4,059</b>	<b>138</b>	<b>1,175</b>	<b>469</b>	<b>8,589</b>	<b>205</b>	<b>1,337</b>	<b>543</b>	<b>3,800</b>	<b>141</b>	<b>1,234</b>	<b>512</b>	<b>5,584</b>	<b>228</b>	<b>1,293</b>	
P2:Training+Pruning	T1	90	845.17	15	92.16	50	398.56	14	68.12	30	389.69	19	133.81	43	328.97	21	143.28	60	419.47	15	112.23	109			

Plot	Tree number	Jan-22				Feb-22				Mar-22				Apr-22			
		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts		ripe nuts		immature nuts	
		Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)	Number	Weight (gr)
P1:Cont	T1	62	421.69	15	92.16	67	572.2	14	68.13	86	726.74	22	20.82	86	726.47	22	79.44
	T2	43	351.28	21	132.44	54	378.14	7	25.45	70	678.26	16	49.34	70	679.62	16	47.17
	T3	55	317.48	17	49.37	47	384.16	9	47.14	40	344.48	9	17.42	40	315.48	9	17.24
	T4	82	847.16	32	147.29	38	227.47	18	86.46	80	757.26	17	39.18	80	779.16	17	49.12
	T5	50	378.24	9	29.44	73	620.19	16	72.12	79	573.74	34	102.46	79	537.47	26	89.44
	T6	67	521.46	4	12.35	86	782.17	21	37.17	76	624.54	26	78.17	76	612.45	32	113.56
	T7	89	718.17	11	63.32	95	846.27	19	98.15	84	736.44	17	56.28	48	460.17	29	92.11
	T8	90	845.28	7	32.09	98	714.44	30	128.46	65	518.32	26	68.42	65	476.96	10	29.32
	T9	99	827.26	30	169.14	102	987.89	10	17.42	69	632.14	32	98.17	68	519.87	28	98.19
	T10	82	847.26	25	214.92	112	938.97	25	102.13	78	667.82	29	39.43	56	486.46	17	49.26
<b>Total</b>	<b>719</b>	<b>6,075</b>	<b>171</b>	<b>943</b>	<b>772</b>	<b>6,452</b>	<b>169</b>	<b>683</b>	<b>727</b>	<b>6,260</b>	<b>228</b>	<b>570</b>	<b>668</b>	<b>5,594</b>	<b>206</b>	<b>665</b>	
P2:Training+Pruning	T1	50	358.69	19	123.11	48	395.09	46	150.12	102	841.46	10	16.22	109	837.97	34	80.92
	T2	54	476.12	16	48.16	37	214.28	24	97.16	140	1032.18	8	12.17	99	812.69	29	69.24
	T3	68	523.34	20	132.47	56	387.47	10	32.43	99	826.44	7	14.07	89	787.14	17	32.16
	T4	60	415.44	15	121.07	96	819.62	32	89.24	107	973.15	34	74.07	67	472.17	22	37.19
	T5	70	218.48	13	72.24	94	820.48	19	57.17	98	819.2	46	92.19	94	807.98	20	30.14
	T6	26	517.42	12	89.17	65	416.12	20	62.89	76	724.16	17	40.32	107	829.99	31	76.45
	T7	68	476.12	7	74.13	67	425.17	23	76.14	94	864.27	31	60.25	140	1042.19	34	79.82
	T8	64	372.26	14	121.23	89	746.86	25	89.18	100	919.47	22	37.15	100	819.47	19	42.17
	T9	46	334.16	21	147.16	92	800.49	17	43.19	74	594.97	18	40.27	90	789.15	17	30.09
	T10	89	742.27	19	167.19	110	987.76	9	23.12	90	871.38	20	42.74	74	626.19	19	38.26
<b>Total</b>	<b>595</b>	<b>4,434</b>	<b>156</b>	<b>1,096</b>	<b>754</b>	<b>6,013</b>	<b>225</b>	<b>721</b>	<b>980</b>	<b>8,467</b>	<b>213</b>	<b>429</b>	<b>969</b>	<b>7,825</b>	<b>242</b>	<b>516</b>	
P3:Training+Pruning+Sod	T1	147	1078.24	19	160.12	68	625.43	19	27.62	100	816.46	46	29.15	100	818.64	26	79.17
	T2	50	378.29	17	82.47	72	693.71	20	32.19	94	842.39	15	30.16	98	812.46	10	27.19
	T3	110	979.78	16	48.27	89	842.69	17	24.56	87	811.47	27	76.24	90	819.56	13	32.07
	T4	116	879.16	22	138.47	93	726.89	42	124.17	89	875.29	34	68.19	87	812.74	17	49.15
	T5	137	1039.47	16	39.86	82	732.14	37	118.43	134	1024.24	48	80.16	96	860.14	40	98.16
	T6	112	982.88	17	89.14	76	616.44	25	44.16	96	841.06	52	60.98	113	1027.19	20	52.14
	T7	90	782.14	13	30.24	74	620.12	16	22.12	112	926.47	11	10.26	135	1082.26	16	47.02
	T8	96	817.49	11	28.32	84	726.73	34	58.13	76	626.72	27	34.15	76	624.17	25	79.24
	T9	87	782.44	16	49.37	106	987.46	39	212.46	140	1032.96	56	79.46	140	1033.97	18	46.14
	T10	100	889.84	14	29.19	96	828.16	25	47.18	137	997.69	47	62.34	137	1079.97	32	67.24
<b>Total</b>	<b>1,045</b>	<b>8,610</b>	<b>161</b>	<b>695</b>	<b>840</b>	<b>7,400</b>	<b>274</b>	<b>711</b>	<b>1,065</b>	<b>8,795</b>	<b>363</b>	<b>531</b>	<b>1,072</b>	<b>8,971</b>	<b>217</b>	<b>578</b>	

出所：提案法人作成



図20 農園作業に従事する者の有機農業技術及び農園管理技術知識レベル測定表

Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Organic Farming Technologies with My-corrhizal Fungi for Macadamia Nuts

Evaluation Sheet (No. ) (period : / / ~ / / ) (Place: Gishyita, Western / Nymtete, Eastern )

Name											Rater 1		
ID											Rater 2		
	male / female	Birthday: / /19									Rater 3		
	Subjects	First year					Final year					First year Comment	Final year Comment
		Excellent	Good	Average	Fair	Poor	Excellent	Good	Average	Fair	Poor		
1 Farm operation	1 Keep workplace clean	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1		
	2 Handle equipments and materials carefully	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1		
	3 Have strategies to improve safety and security	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1		
	4 Watch carefully macadamia trees and observe their changes	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1		
	5 Have knowledge of transplanting macadamia seedlings	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1		
	6 Have knowledge of pruning of macadamia trees	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1		
	7 Have knowledge of vigor control of macadamia trees (directing growth)	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1		
	7 Apply appropriate organic fertilizers	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1		
	9 Have knowledge of water management	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1		
	10 Have knowledge of pest control	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1		
	11 Have knowledge of weed control	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1		
	12 Have knowledge of treatment for harvested trees	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1		
2 Organic Agriculture	1 Have knowledge of function of arbuscular mycorrhizal fungi (Symbiotic microorganisms)	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1		
	2 Apply appropriate partner bacteria (Beneficial microorganisms)	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1		
	3 Have knowledge of sod culture system using partner plants	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1		
	4 Have knowledge of pest control using neem oil and plant protection	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1		
	5 Have knowledge of cultural control in order to prevent pests and diseases	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1		
	6 Aware of the change of trees and leaves, learn which nutrient is deficient	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1		
	7 Have knowledge of difference between organic fertilizers and chemical fertilizers	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1		
	8 Aware of effectiveness of organic farming	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1		
Approved by											100	100	
Signature											100	Rater:	

出所：提案法人作成

表 51 各種試験結果一覧

試験区		A-1	A-2	B-1	B-2	C	D	E
樹高 2m超え 2022 年4月	西部	69%	68%	63%	62%	55%	46%	54%
	東部	85%	88%	80%	80%	69%	67%	81%
新梢 長平均 2021 年10 月	西部	160.3cm	174.3cm	179.7cm	291.7cm	312.0cm	193.7cm	222.3cm
	東部	250.7cm	355.7cm	224.0cm	257.0cm	287.3cm	237.0cm	277.3cm
収穫 数 2022 年4月	西部	178個	142個	12個	69個	168個	0個	0個
	東部	59個	163個	39個	30個	63個	0個	0個
害虫 発生 率 2021 年12 月	西部	1%	1%	1%	1%	1%	1%	0%
	東部	6%	6%	4%	5%	7%	11%	7%

※網掛けセルの数値が最も良い

出所：提案法人作成