

コーヒーノキの実生苗の主根形態と根系の分布状況

Taproot morphology and distribution of root system of coffee seedlings

甲野 毅*

Tsuyoshi KOUNO*

Abstract: The purpose of this technical report is to clarify the morphology of the taproot of coffee seedlings and the distribution of the root system. The survey targets were two coffee farms located in a mountainous area far from the coast in northern Okinawa Prefecture. The area was surrounded by windbreaks, windbreak fences, and forests, and more than ten years had passed since they were planted. Then researchers collected the seedlings, examined their taproot morphology, and after nurturing them, investigated the distribution of their root systems. As a result, it was shown that the existence rate of seedlings with straight taproots was about 20-38%, that the morphology of the taproot did not change after nurturing, and that the elongation rate of the taproot was about 130% per year. And compared to before nurturing, the distribution of fine roots expanded laterally and in depth. The maximum width was 6 cm in diameter at a depth of 2 to 3 cm, and the depth was about 18 cm. Furthermore, the distribution of fine roots before and after growth showed that many fine roots existed in shallow areas.

Keywords: coffee, transplant, soil environment, nurturing, Okinawa Prefecture

キーワード： コーヒー、移植、土壌環境、育成、沖縄県

1. はじめに

沖縄県ではコーヒー栽培が盛んになっているが¹⁾、この地でコーヒーを栽培することは様々なリスクを伴う。コーヒーノキは、根張りが浅いため風害を受けやすいといった特徴があることから²⁾、台風などの強風による倒木が考えられる。また沖縄県はコーヒーベルトから外れていることもあり、必ずしも栽培適地とは言えず、冬場の冷害や夏場の乾燥による枯損なども想定される。これらの事態への対策を講じると共に、欠損した場合に備え、常時、新たな苗木を準備し、植替えることができるように備えておく必要がある。コーヒーノキの苗木は播種することにより、また自生した実生苗を育成することで準備可能である³⁾。実生苗は、簡単に手に入れることが出来、種子に比べて比較的早く生長するなどの利点がある。一方で、自然交雑による品種のバラツキがある³⁾といった欠点がある。またコーヒーノキの主根がねじれたり曲がったりすると養分吸収力が低下し、樹齢が短くなることが知られている⁴⁾。根系を土壌に覆われた実生苗を苗木として活用することは、主根の形態を直接確認することが出来ないため、粗悪な苗木を育成し、結果として樹が枯れてしまうリスクを伴うといった欠点もある。よって農園内の実生苗がどのような形態であるのかを把握せず活用することは、好ましくない。また成木の根系の分布状況は示されていたが⁴⁾、実生苗の主根や細根がどのように生長するのか、その分布状況も不明であった。そこで本技術報告書では、コーヒーノキの実生苗の主根の形態、根系の生長量と分布状況を明らかにすることを目的とする。調査手法として、調査者がコーヒー農園で実生苗を採取し、その主根形態と根系の分布状況を調査する。そしてそれらの一部を東京に持ち帰り、移植した苗を一定期間育成後に、再び根系の分布状況などを調査する。

2. 調査対象地と調査手法

(1) 調査対象地

実生苗を採取したコーヒー農園は2か所で、両農園とも沖縄県北部地域にある。育成する実生苗を採取した第一の調査地は、海岸から離れた標高数十mに位置し、森林と民家や他農地に隣接する総面積は1ha未満、数百本のコーヒーを栽培しており、植栽後十数年が経過していた。台風などの強風または恒常風を防ぐための防風林や防風垣に囲まれていた。第二の調査地も、海岸から離れた標高数十mに位置し、森林に隣接している総面積は約4ha、数千本のコーヒーを栽培しており、植栽後十数年が経過していた。

(2) 実生苗の採取手法・主根形態と根系分布状況の調査手法

第一の調査地では図-1に示す4つのエリアにおいて、第二の調査地では2つのエリアにおいて、実生苗を採取した。その採取手法は二つあり、一つ目は平スコップを使用し実生苗を採取する手法であった。二つ目は実生苗の土壌表面に15cmの土壌採取スコップを垂直に差し込み、ハンドルを回転させ苗と一緒に土壌を抜き出す手法であった。一つ目の手法では、任意にスコップを入れて数株の実生苗を選択せずに採取したのに対し、二つ目の手法では、育成することを念頭に、双葉だけでなく本葉が展開している

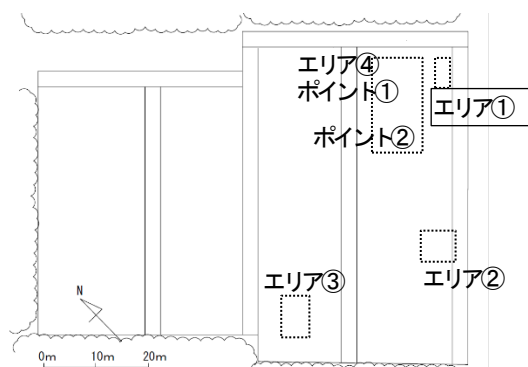


図-1 第一の調査地の実生苗採取エリア

*大妻女子大学家政学部ライフデザイン学科

*Department of Life Design, Faculty of Home Economics, Otsuma Women's University

実生苗を一株ずつ選択して採取した。そして採取後に主根形態を観察し、主根が下方に真っすぐに伸長する直根形の実生苗と、主根が途中から曲がって伸長する曲根形の実生苗の割合を、調査した。その後、採取した実生苗の一部と新たに採取したものについて、それらの規格と根系の分布状況を調査した。規格は、実生苗の高さ、地際の幹直径、葉の枚数とした。育成前後の根系の生長量と分布状況については、主根および細根についた土壌を極力ふるい落とし、5mm枠の方眼紙の上で記録写真を撮影した上で、主根形態毎に、主根の長さや細根の分布状況を調査した。なお、主根は下方に向かって伸長している1mm以上の一番太い根とし、細根は主根以外の根で通常2mm以下のものだが1mm以下の根とした。

(3) 実生苗の育成手法

調査後の実生苗は、土壌が落された状態で濡れたティッシュペーパーに包み東京都に空輸した後、出来るだけ早くポットに移植した。ポットは根の状態を外からも観察することが可能なように、余剰水を排出するための穴を底面に空けた飲料用の透明ポット容器（口径9cm、高さ13cm）を活用した。またポット内の土壌は、購入した小粒赤土70%と腐葉土30%を混合したものを使用した。そしてポットは、実生苗が自生していた沖縄の環境に近づけるために、直射日光が当たらない集合住宅5階の南側に面した室内に設置し、冬季と夜間は窓を閉め、冬季以外の春季と秋季の昼間は窓を開けて育成した。また気温が高い7月～9月中は、直射日光を遮るための簾を取り付けたベランダに終日設置した。

(4) 調査実施日・調査地の土壌環境と育成場所の環境

主根の形態調査は2023年の1月に第一（エリア④以外）、第二



写真-1 第一の調査地



写真-2 第二の調査地



写真-3 第一の調査地エリア④



写真-4 樹の下の実生苗



写真-5 平スコによる採取

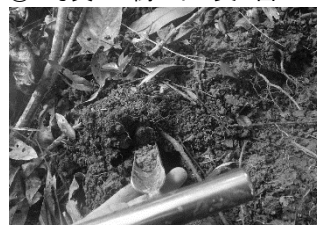


写真-6 土壌採取スコップによる採取



写真-7 室内設置状況



写真-8 ベランダ設置状況

の調査地で行った。そして実生苗の採取と育成前の根系の分布状況調査などは、2023年の1月、3月、6月に第一の調査地のすべてのエリアで行った。また育成後の根系の分布状況調査などは同年11月に、都内の集合住宅の室内で行った（表-1）。

実生苗を採取したエリアの主な土壌環境を表-2に示す。本調査は沖縄県のコーヒノキの栽培環境を調査するために2021～2023年に実施したものであり、ここでは土壌硬度、土壌透湿度、土壌水分量と主な土性を示す。土壌水分量については、四季を通して計測した値の平均値を、土壌硬度・透湿度と土性については、年に一度の調査結果を示した。そして土壌硬度については、長谷川式土壌貫入計（H-100N）により、土壌透湿度については、長谷川式簡易現場透水試験機により計測した。これらを調査した計測ポイントは、本調査で設定した各エリアの中に設定されており、計測箇所は、計測ポイントのコーヒノキの樹冠外側部の直下地面とした。また土壌水分量の含水比については、コーヒノキの樹冠外側部の直下から採取した土壌をポケット土壌水分計（PAL-Soil）により計測した。次に実生苗の育成場所とその対照地として設定した日当たり良好なベランダにおける育成環境（照度、紫外線、温度、湿度）を表-3に示した。これらは2023年1月～11月の育成期間中に、月1回程度調査した値である。また育成場所の照度を対照地と比較した相対照度と温湿度の推移を図-2・3に示した。

表-1 調査日と調査環境

調査地	日付	平均気温	湿度	天候	調査回	日付	平均気温	湿度	天候
主根の形態調査					実生苗の採取				
第一	1/26	16℃	73%	晴後曇	第1回	1/30	13℃	59%	曇後晴
第二	1/30	13℃	59%	曇後晴	第2回	3/9	19℃	75%	晴後雨
					第3回	6/13	26℃	98%	雨天

表-2 二つの調査地の各エリアの土壌環境

	土壌硬度	土壌透湿度 mm	土壌水分量 %	土性
第一の調査地				
エリア①	2.02○	33○	19.2	植壤土
エリア②	1.72○	40○	20.0	植壤土
エリア③	1.20△	90○	20.0	植壤土
エリア④ ポイント①	0.3××	30○	24.4	植壤土
エリア④ ポイント②	0.57××	24△	22.2	植壤土
第二の調査地				
エリア①	1.71 ○	54○	31.6	植壤土
エリア②	1.46 △	78○	19.0	植壤土
0.7以下: ××多くの根で侵入困難 0.7～1.0: ×根系発達に阻害有 1.0～1.5: △根系発達に阻害樹種有 1.5～4.0: ○良好(建設省, 2005) ⁵⁾ 10mm/hr 以下: ×不良 10～30mm/h: △やや不良 30～100mm/h: ○良 100mm/h 以上: ◎優良(建設省, 2005) ⁵⁾				

表-3 実生苗の育成場所と対照地の環境

調査日	1月6日	2月27日	3月15日	5月6日	6月21日	7月18日	9月19日	10月2日	11月19日
設置場所	室内					ベランダ			室内
対照地									
照度 lx	41646.6	66756.4	71549.7	44738.1	21297.4	72070.8	82481.2	48511.3	51377.6
紫外線 mW/cm ²	0.7	1.1	1.3	1.0	0.4	1.6	1.7	1.0	0.7
温度 °C	16.3	19.2	21.4	28.3	27.3	38.4	38.1	28.9	25.2
湿度 %	21.5	16.8	36.1	41.3	43.9	41.3	41.6	34.9	22.4
育成場所									
照度 lx	1777.1	1315.4	1525.1	963.7	709.6	18467.4	13899.0	4298.7	6519.0
相対照度 %	4.2%	2.1%	2.3%	3.6%	3.4%	20.8%	14.1%	9.4%	10.1%
紫外線 mW/cm ²	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.3	0.1	0.1
温度 °C	16.7	17.9	19.0	23.9	24.1	37.3	33.0	25.5	17.8
湿度 %	40.2	35.7	59.7	70.2	63.5	46.3	55.7	48.0	61.3

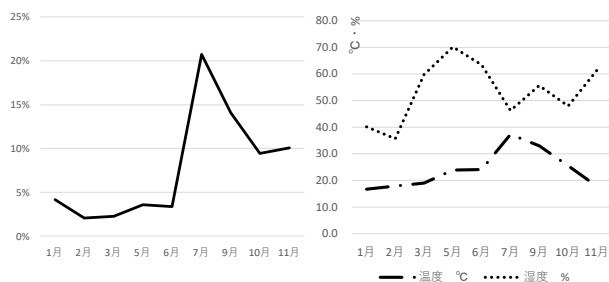


図-2 育成場所の相対照度

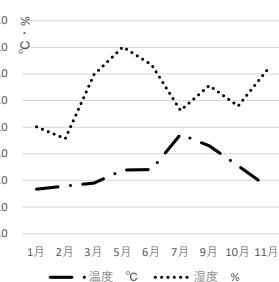


図-3 育成場所の温度・湿度

3. 調査結果

(1) 主根形態の調査結果

主根形態は、第一の調査地では直根形が約20%、曲根形が約80%、第二の調査地では直根形が38%、曲根形が62%であった(表-4)。土壌硬度および土壌透水性の点では第一、第二の調査地で概ね良好であった。このような土壌環境下では、直根形の主根形態の割合は、約20~38%であることが示された。

(2) 根系の生長量と分布状況の調査結果

1) 実生苗の規格と樹勢・樹形調査の結果

実生苗の育成前後の規格と生長量、活着率を表-5に示す。また育成後の樹勢・樹形調査の結果を表-6に示す。1月移植の実生苗の活着率は50~65%で、やや低かった。育成前の根系分布調査などにおいて、気温が低い状況下で主根や細根が土壌外に晒されたことが原因であると思われる。また6月移植の実生苗の生長量は、1月と3月移植のものと比較すると、小さかった。育成期間がより短かったことが原因であると思われる。そして樹勢・樹形調査では樹勢・樹形評価表⁶⁾に従ったが、より実生苗の状態を評価できるように「下枝の空き」の項目を樹勢評価に新たに付け加え、1~5の5段階で評価した。その結果、「葉の大きさ・色」や「下枝の空き」の点において一部の苗で「いくぶん被害の影響を受けているがあまり目立たない」(評価2)に近い値があったが、概ね良好であった。なお、この評価表では数値が低いほど、良好であることを示す。

2) 主根の伸長率と形態の変化

主根の伸長率と形態変化に関する調査結果を表-7に示す。育成後の主根の長さの平均値は約6cmであり、ポット容器の深さの範囲に収まっていた。また育成前と比較した主根の伸長率は約130%であった。そして主根において直根形の97%は直根系に、曲根形

表-4 主根形態の調査結果

	直根形(株)	%	曲根形(株)	%	採取総数(株)
エリア 第一調査地 品種: イエローブルボン					
①	22	22%	76	78%	98
②	8	21%	30	79%	38
③	7	21%	25	79%	32
エリア 第二調査地 品種: ティピカ					
①②	70	38%	112	62%	182

表-5 実生苗の育成前後の規格と生長量・活着率

	育成前			育成時			実生苗生長量			移植株数(株)	活着株数(株)	活着率%
	高さcm	直径mm	葉数	高さcm	直径mm	葉数	高さcm	直径mm	葉数			
直根形												
1月移植	5.7	1.1	4.8	7.9	1.5	14.9	2.1	0.4	10.0	33	17	52%
3月移植	5.9	1.4	9.1	9.7	2.5	18.7	3.8	1.1	9.6	10	10	100%
6月移植	8.8	1.9	11.8	10.4	2.9	13.8	1.6	1.0	2.0	6	6	100%
曲根形												
1月移植	5.0	1.5	5.3	8.5	1.8	14.4	3.6	0.4	9.2	25	16	64%
3月移植	4.5	1.4	8.0	8.3	2.3	20.0	3.8	0.9	12.0	3	2	67%
6月移植	7.5	1.9	11.6	8.5	2.4	11.9	1.0	0.5	0.3	22	13	59%

表-6 育成後の樹勢・樹形調査の結果

	樹勢						樹形	
	梢や上枝先端の枯損	下枝の先端枯損	枝や幹の枯損	葉の大きさ	葉の色	下枝の空き	幹の傾き	枝の密度や分布
直根形								
1月移植	1.0	1.0	1.0	1.8	1.2	2.0	1.0	1.0
3月移植	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.6	1.0	1.2
6月移植	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	2.3	1.0	1.0
曲根形								
1月移植	1.0	1.0	1.0	1.7	1.4	1.8	1.0	1.0
3月移植	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
6月移植	1.0	1.0	1.0	1.1	1.5	1.5	1.0	1.0

表-7 主根の伸長率と形態変化の調査結果

主根形態	育成前(cm)	育成後(cm)	伸長率	主根形態	育成前(株)	育成後(株)	割合
直根形	4.8	6.2	129%	直根形	33	32	97%
曲根形	4	5.1	128%	曲根形	31	31	100%



写真-9 育成前の直根形実生苗



写真-10 育成後の直根形実生苗

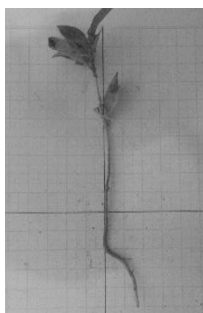


写真-11 育成前の曲根形実生苗

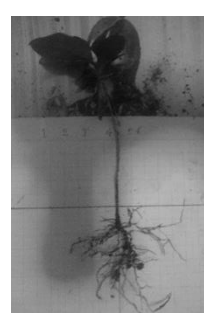


写真-12 育成後の曲根形実生苗

の100%は曲根形となり、形態が変化した割合はそれぞれ3%と0%であった。直根形および曲根形であった実生苗は、一定期間育成しても、その主根形態は変化しないことが示された。

3) 細根の生長量と分布状況の調査結果

土壌面からの深さ毎の主根を中心とした左右の柵の中の細根の有無を調査し、10mm柵の方眼紙の中に細根が存在していれば数値の1を、無ければ数値の0を入れる形式とした。そして育成前後における深さ毎の左右それぞれの細根の広がりについて数値化し、主根形態ごとに平均値で、直根形32株の分布状況を表-8に、曲根形31株の分布状況を表-9に、それぞれ示した。また直根形と曲根形ごとに、育成前後の細根の分布状況を図4~7に表した。その際、左右の分布状況をより詳細に示したいので、左右の分布において1mmを1柵に拡大して表して、検証した。

その結果、育成後の細根の広がり平均値は、育成前と比較し大きくなっており、細根の左右の広がりとその達する深さはより拡大したと判断できる。直根・曲根形においても、土壌面から2~3cmの深さで左右の細根の広がり最大になり(直根形で最大直径約6cm、曲根形で直径約5cm)、深くなるにつれてその広がり収束していた。一方で細根の達する深さは18cmに達し、ポットの深さ以上に伸長していた。そして細根が伸長した左右の最大幅の柵

数に最大深さの樹数を掛け合わせ樹数を100%とし、育成前は浅い層と中間層の2分類、育成後は浅い層、中間層、深い層の3分類とし、それぞれの層にどの程度細根が分布しているのかを調査した。その結果、直根・曲根形も育成前では、浅い層に約50%、中間層に約14%以下、育成後では、浅い層に30%以下、中間層に20%以下、深い層に6%以下の分布状況となった(表-10)。育成前には浅い層、育成後には浅い層から中間層に細根が分布していることが示された。

4. まとめ

本研究の成果として、以下の2点が示された。実生苗の主根形態を調査した結果、直根形は約20~38%であること、採取した際の主根形態(直根形または曲根形)は、育成後には変化しないことが示された。そして実生苗の根系の生長量と分布状況の点では、主

表-8 直根形実生苗の細根の分布状況

深さ (cm)	育成前 (cm)		育成後 (cm)		深さ (cm)	育成後 (cm)	
	左側	右側	左側	右側		左側	右側
1	1.1	1.1	1.9	1.9	10	1.5	1.6
2	1.5	1.4	2.8	2.6	11	1.3	1.3
3	1.3	1.4	3.0	2.8	12	1.1	1.0
4	1.0	1.1	2.7	2.5	13	0.9	0.7
5	0.6	0.6	2.5	2.6	14	0.8	0.5
6	0.4	0.4	2.2	2.2	15	0.5	0.3
7	0.2	0.1	2.2	2.0	16	0.3	0.2
8	0.1	0.1	2.0	1.7	17	0.2	0.2
9	0.0	0.0	1.9	1.7	18	0.2	0.1

表-9 曲根形実生苗の細根の分布状況

深さ (cm)	育成前 (cm)		育成後 (cm)		深さ (cm)	育成後 (cm)	
	左側	右側	左側	右側		左側	右側
1	1.1	1.1	1.3	1.6	10	1.6	1.6
2	1.6	1.4	2.4	2.1	11	1.6	1.4
3	1.4	1.3	2.6	2.1	12	1.4	1.1
4	0.9	0.9	2.4	2.3	13	1.0	0.8
5	0.7	0.7	2.5	2.4	14	0.6	0.8
6	0.5	0.3	2.3	2.2	15	0.5	0.5
7	0.3	0.2	2.3	2.0	16	0.4	0.3
8	0.1	0.0	1.9	1.9	17	0.3	0.2
9	0.0	0.0	1.8	1.8	18	0.2	0.2

表-10 直根形・曲根形実生苗の深さによる細根分布割合

形態	直根形				曲根形			
	育成前		育成後		育成前		育成後	
分類	深さ	割合	深さ	割合	深さ	割合	深さ	割合
浅い層	0~4cm	51%	0~6cm	29%	0~4cm	49%	0~6cm	25%
中間層	4~7cm	11%	6~12cm	18%	4~8cm	14%	6~12cm	20%
深い層			12~18cm	5%			12~18cm	6%

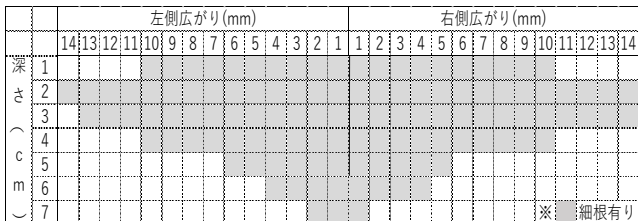


図-4 育成前の直根形実生苗の細根分布状況

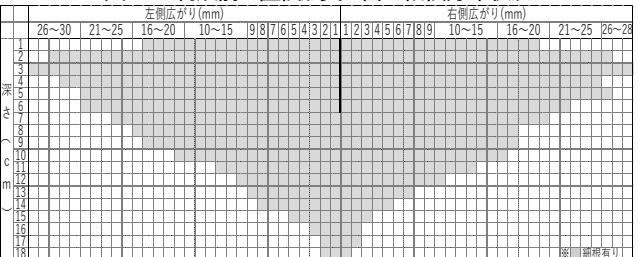


図-5 育成後の直根形実生苗の細根分布状況

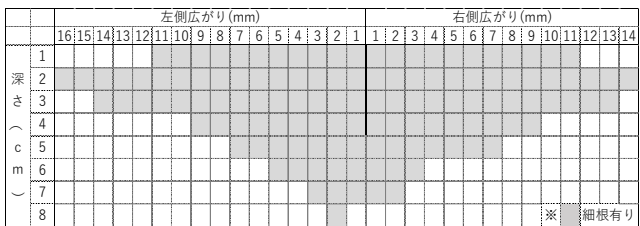


図-6 育成前の曲根形実生苗の細根分布状況

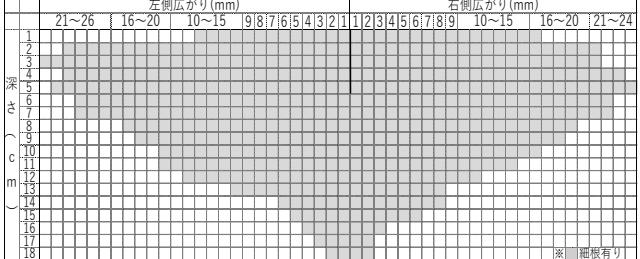


図-7 育成後の曲根形実生苗の細根分布状況

根の伸長率は年間130%以上であることが示された。また育成前と比較し、育成後の細根の左右の広がりとその達する深さはより拡大し、深さが最大8cmだったものが18cm程度に、細根の左右の広がり直径約3cmだったものが、直径6cm程度になることが示された。さらに細根は、育成前には浅い層、育成後には浅い層から中間層に分布していた。成木の栄養根から生える根毛は、あらゆる深さで見られるが土壌表面ではより多く存在することが示されており⁴⁾、実生苗の細根の分布状況でも同様の結果となった。

以上から、主根の真つすぐな良好な直根形実生苗の出現割合は高くなく、採取して活用する際には注意が必要である。また実生苗を採取してから1~2年程度の間、育成することを考慮すれば、今回使用したショートポットでは十分ではなく、口径9cm以上、高さ20cm程度以上のロングポットが適していると思われる。

成果があった一方で課題もある。本調査では育成する土壌の種類には差はつけなかった。育成に最適な土壌を探索するために土壌環境に差をつけて調査する必要があるであろう。また実生苗の生長状況は把握できたが、これらの苗が定植された後に、生長、さらに結実するのかなどを探索する必要があるであろう。また実生苗に対し、種子苗の根系の分布状況も、今後明らかにしていく必要があると考える。

謝辞:

本調査に御協力頂いた二つの農園の農園主の皆様には、心より御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 高木正 (2019) : 沖縄県におけるコーヒー栽培の現状と将来性: 白門 71 (841), 89-94
- 2) 内閣府沖縄総合事務局農林水産部農政課 (2019) : 平成30年度沖縄振興実現調査 沖縄における希少作物の産地化及び観光資源化検討調査報告書, 1, 3, 31
- 3) 金城重信 (2019) : 沖縄県の珈琲栽培と精製: コーヒー文化研究 25, 75-88
- 4) Jean Nicolas Wintgens (2012) : Coffee-Growing, Processing, Sustainable Production: A Guidebook for Growers, Processors, Traders and Researchers: Wiley-VCH (Croydon), 1040 pp
- 5) 建設省都市局公園緑地課 (2005) : 造園施工管理 技術編: 日本公園緑地協会, 217-224
- 6) 甲野毅 (2022) : コーヒーノキの活力度および果実の状態を把握するための評価表の作成: ランドスケープ技術報告集 1, 27-29