

6 Biochar を利用した土壌改良及び造林技術の開発

6.1 実証する森林再生技術の整理・分析

(1) 対象地における森林再生にあたっての制限要因

コンゴ人民共和国(以下、コンゴ民)のサバンナ地域では、自然林の伐採による薪炭生産や焼畑による農業が営まれており、森林減少・劣化の大きな要因となっている(Behrendt *et al.*, 2013, Tyukavina *et al.*, 2018)。またこれらの地域では長年に渡る過度の利用により土地の荒廃が進行しており、ある程度の休耕期間においても天然更新では森林が再生せず、草地のまま耕作放棄地となっている場所が多く見られる(久馬ら, 2001)。このような荒廃地は Arenosols と呼ばれる砂質土壌が分布する地域に多く見られ、森林再生にあたっての自然的制限要因は、主に土壌有機物が失われたことで栄養塩や、土壌水分の保持能力が低下したことによるものと考えられる。

上記の土壌条件に加えて、年間を通した降雨パターンも森林再生の制限要因となっている可能性がある。コンゴ民のサバンナ地域では冬季(特に 6~9 月)に、4~5 ヶ月間に渡る乾期が存在し、このような長期に渡る乾期の存在が植物への乾燥ストレスを増大させていると考えられる。

これらのことから、大きく分けて(1) 貧栄養で保肥力も低い土壌条件、(2) 低い土壌保水力と乾期の存在による乾燥ストレス、といった 2 つの条件が自然的制限要因であると考えられる。

(2) 実証試験が必要な理由

アフリカ大陸の人口増加は、2100 年までの世界の人口増加の主要因となると考えられている(UNPD, 2019)。現在、アフリカ大陸では、2010~2015 年の間に焼畑や燃料用木材の採取により 2.8 百万 ha/年もの森林が失われており(FAO, 2016)、今後の人口増加に伴う食料、エネルギー(薪炭)需要の急増により、さらに多くの森林が失われると予想される状況にある。

今後の森林減少を抑制しつつ、人口増加に耐える食料、薪炭生産を行うためには、過去の過度な利用により土壌が劣化し、放棄された荒廃地を再生し、アグロフォレストリー等により農林業を組み合わせ持続的に利用していく必要がある。現在、一部の大都市に近いエリアでは薪炭用のアカシア植林が行われているが、都市圏から離れた薪炭需要が小さいエリアにおいては、地域のニーズに合った在来樹種の植林を可能とする技術の開発が必要である。そこで本提案では、放棄された荒廃地において森林の再生を妨げる土壌条件を改良し、現地での利用のニーズはあるが、造林技術がない在来樹種による森林の再生を可能とする技術の開発を試みることにした。

一方、現地の植林局は過去の試験結果から、「在来樹種はある程度粘土を含んだ土壌でなければうまく育たない」と認識しており、砂質土壌の地域への在来樹種の植栽には懐疑的な姿勢を示している(環境省 植林・園芸局, 2019)。そのため、本実証試験において砂質土壌への在来樹种植栽技術を開発・実証しなければ、当面の間、コンゴ民サバンナ地域における在来樹种植栽の技術は開発されないものと推測される。

上記の通り、荒廃したサバンナ地域への在来樹种植林技術の開発は、世界レベルでも地域レベルでも社会的ニーズが高い一方で、現地行政の認識等の問題により、解決に向けた活動が実施されていない状況にある。そのため、本実証試験によって在来樹種の植林を可能とする技術を開発

開発し、普及啓発を図ることの重要性・必要性は高いと考えられる。

(3) 提案する技術の特徴と期待される効果

提案する技術に期待される効果は、土壌の水分や栄養塩の保持能力をバイオチャーという難分解性の資材により向上させることである(図 6-1)。従来型の焼き畑や緑肥による土壌改良は、供給された栄養塩が土壌の低い栄養塩保持能力のために流出しやすかったり、供給された有機物も高い気温により分解されやすかったりと、効果の持続性に問題があると思われるものであった。それに比べて、バイオチャーは土壌中で分解し辛いため、より長期的な土壌改良効果を見込むことができる(Hunt *et al.*, 2010)。

本提案技術の主効果は、現地で植林の主要な制限要因となっている乾燥、貧栄養という環境条件を長期的に改善し、これにより現地で利用のニーズはあるが、造林技術がない在来樹種による森林の再生を可能とすることである。また副次的効果として、残存林の保全による森林減少の抑制、農業生産への波及等を見込むことができる。

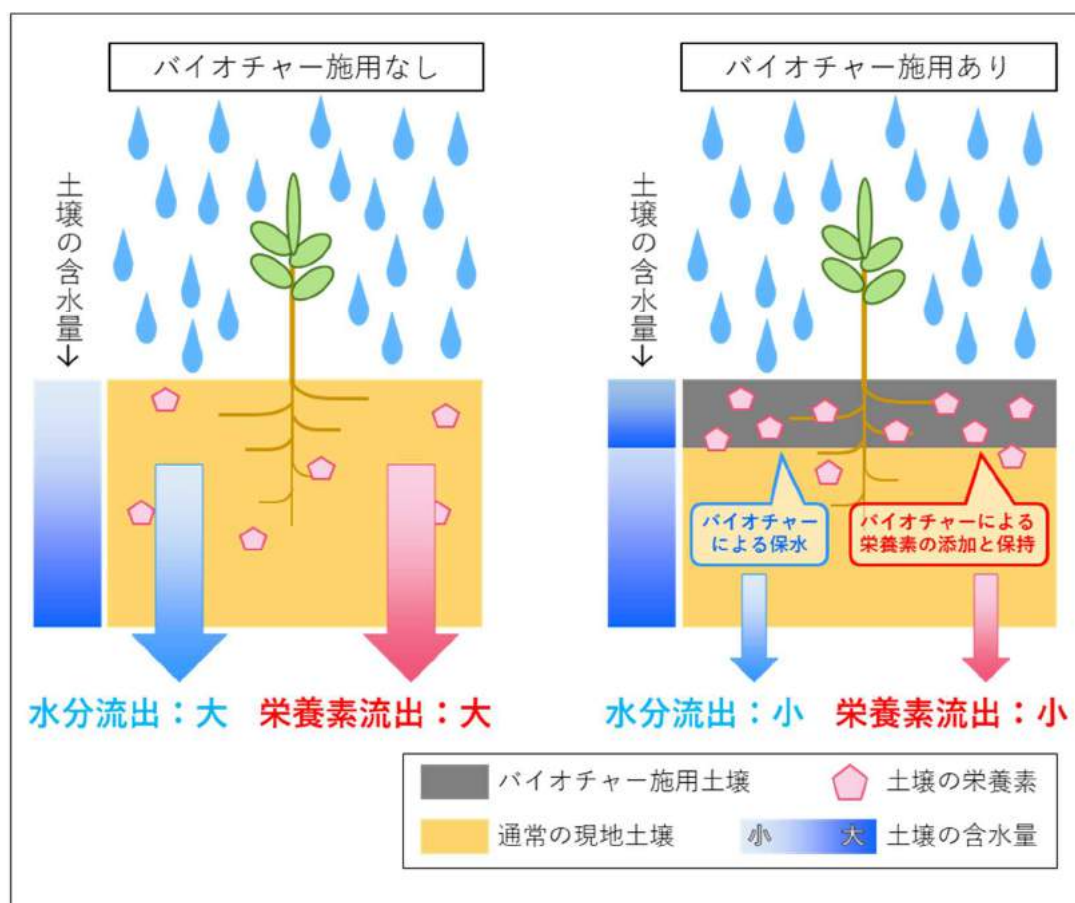


図 6-1 バイオチャー施用試験の仮説

6.2 本試験の目的

本試験は、荒廃の進むサバンナ地域を対象としてバイオチャーを利用した土壌改良を行い、アグロフォレストリーを行うことで森林を再生、保全するための技術を開発する。バイオチャーは日本をはじめ世界各地で土壌改良材として用いられており、酸性土壌の矯正や土壌の栄養塩保持能力の向上、保水力の向上等を期待することができる (Glaser *et al.*, 2002)。また、VA 菌根菌や根粒菌といった有用微生物の増殖への効果も報告されており (Ogawa & Okimori, 2010)、これらのことからバイオチャーの施用によって、低い土壌保水力 (乾燥) 及び土壌保肥力という現地における自然的制限要因の大部分が改善可能と期待される。

そこで本試験では、現地での植栽試験によってバイオチャーの施用による土壌改良が、アグロフォレストリーの農林業生産に及ぼす効果を検証する。また、バイオチャーは原料、焼き加減によって性質が異なることが知られているため (e.g. Kameyama *et al.*, 2017)、室内試験により数種の原料、焼き加減のバイオチャーについてその性質を分析・比較し、土壌改良材としての有用性を検討する。

本試験は、植栽試験①～②、土壌分析、保水性試験①～②、化学性分析①～②で構成され、それぞれの目的は、表 6-1 のとおりである。

表 6-1 バイオチャーによる土壌改良技術開発のための各試験の目的

	目的	詳細記載
植栽試験①	バイオチャー (炭) の施用により、植栽木の活着率や成長速度が高まるか、また農業生産 (キャッサバの収穫量) が向上するかを検証する。	R1 報告書
		R2 報告書
		本報告書
植栽試験②	半炭の施用により、植栽木の活着率や成長速度が高まるかを検証する。	本報告書
土壌分析	バイオチャーの施用による土壌改良を試みるにあたり、元々の土壌の性質を明らかにする。	R1 報告書
保水性試験①	バイオチャーの原料、炭化条件 (温度) による土壌保水性への効果の違いを試験し、現地の主要な自然的制限要因の一つと考えられる土壌の保水力の低さを補うという観点から、各バイオチャーの土壌改良材としての有用性について検討する。	R2 報告書
保水性試験②		本報告書
化学性分析①	バイオチャーの原料、炭化条件 (温度) による化学性の変化を分析し、現地の主要な自然的制限要因の一つと考えられる、土壌が貧栄養かつ保肥力が低いという性質を補うという観点から、各バイオチャーの土壌改良材としての有用性について検討する。	R2 報告書
化学性分析②		本報告書

6.3 試験地の概況

6.3.1 試験地の位置

試験地はコンゴ民国、キンシャサ州、マルク・コミュニケーション、ンバンカナ・カルティエ、バテケ高原の

イビ村(図 6-2)に設置した。イビ村は、首都キンシャサから東に約 140 km に位置し、経緯度は、南緯 4 度 22 分 32 秒、東経 16 度 8 分 1 秒、標高は約 665 m である。



図 6-2 試験地の位置図

6.3.2 試験地の森林概況及び自然植生

本業務の対象国は中央アフリカのコンゴ民主共和国(以下、コンゴ民国)であり、対象地域は同国及び周辺国に幅広く分布するサバンナ地域である(図 6-3)。

周辺の植生は、灌木サバンナ、草本サバンナが混生しているが、試験地の周辺はどちらかといえば草本サバンナ寄りで、草地に樹高 2 m 程度の灌木がまばらに生育している。また、自然林は河川の周辺の河畔林のみ、わずかに残されている状況にある(写真 6-1)。

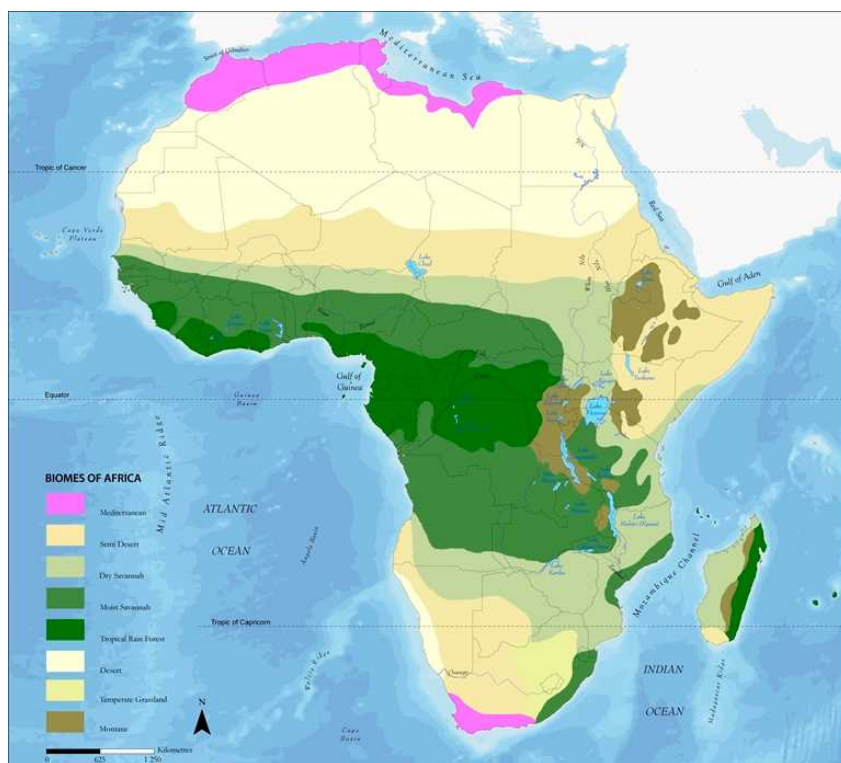


図 6-3 アフリカのバイオーム

(出典:UNEP (2008))



写真 6-1 試験地周辺の植生

6.3.3 試験対象地の気候条件及び土壌条件

(1) 気候条件

試験地は同国及び周辺国に幅広く分布するサバナ気候帯に属する。ケッペンの気候区分によるサバナ気候帯は、アフリカ大陸においては赤道直下を除く北緯 10 度から南緯 10 度までの範囲を中心に広く分布している(図 6-4)。

また、近隣の首都キンシャサの気候は、年平均気温が 24～25℃、年降水量は約 1,500 mm であるが、冬季に 4～5 ヶ月程度の乾期が存在する(図 6-5)。乾期にはほとんど雨が降らないため、この時期の乾燥ストレスがサバンナ地域において植物の生長を制限する大きな要因となっているものと考えられる。

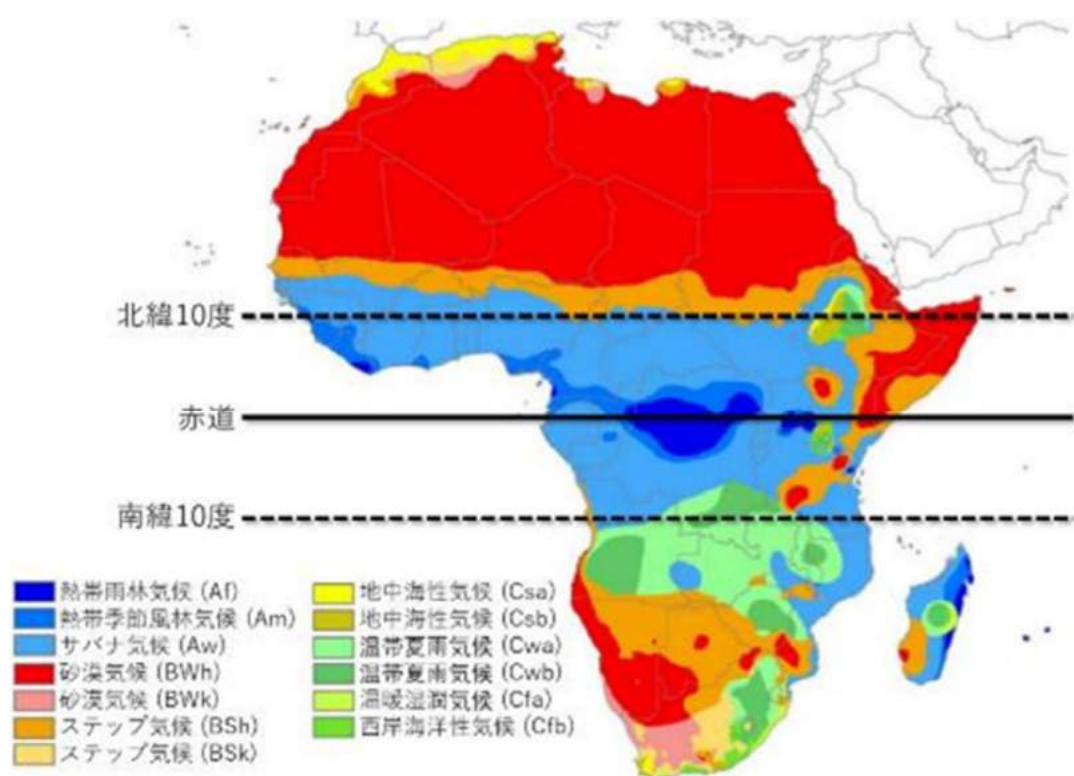


図 6-4 アフリカ大陸におけるサバナ気候の分布

(出典:Peel et al. (2007) より改変)

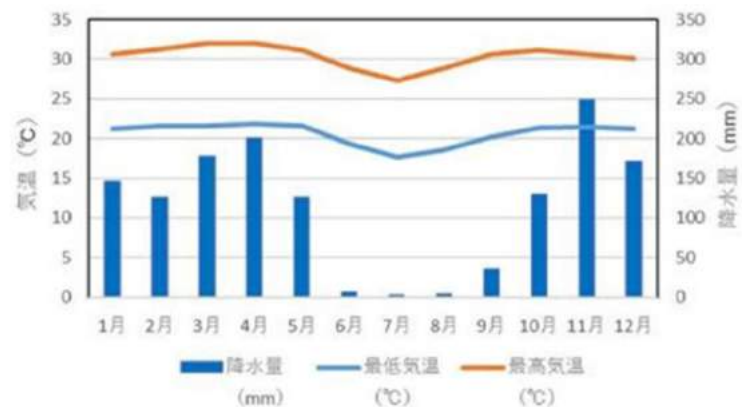


図 6-5 キンシャサの気候

(出典: Climate-Data.org の気象データより作図)

(2) 土壌条件

コンゴ民国及びその周辺のサバンナ地域には、Arenosols、Ferralsolsといった不良土壌が広く分布しており(図 6-6)、試験地を設置した Ibi 村は Arenosols の分布域である。Arenosols は砂質で、高い透水性と、低い水分、栄養塩の保持能力を持つ土壌である(FAO, 2015)。

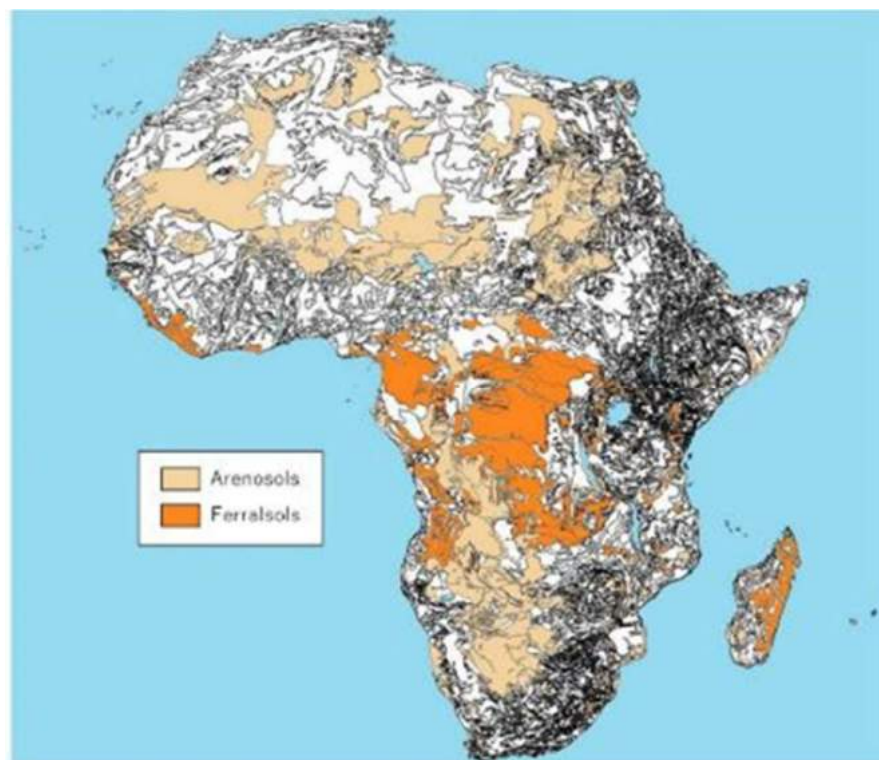


図 6-6 フリカ大陸における Arenosols、Ferralsols の分布図

(出典: Dewitte *et al.* (2013) より改変)

6.3.4 試験対象地の社会経済条件

また、試験地周辺の社会的条件として、イビ村周辺は首都キンシャサの郊外にあたり、イビ村も含めて周辺の地域はキンシャサで販売するための木炭生産が盛んに行われている地域である。そのため、この地域では木炭の原料生産のための *Acacia mangium* の植林が行われており、残存林から伐採される材と同様に、木炭生産に用いられている(写真 6-2)。

一方、より内陸の、近隣に大きな都市のない地域では、他地域への販売のための木炭生産はそれほど盛んではなく、どちらかといえば地産地消型の生産活動が中心となっている。そのため現地における植林ニーズを満たすためには、現地で既に成功事例のある木炭生産のための *Acacia* 植林だけでなく、地産地消型の生産活動に有用な郷土樹種について、植林のための技術を開発する必要がある。



写真 6-2 試験地周辺の *Acacia* 植林地及び炭焼きの様子

6.3.5 対象地における植林方法の現状と課題

現地においては政府、NGO 等により植林が行われているものの、公式に文書化された植林技術ガイドラインは未だ存在しない。植林技術としては、畝立てによる集水技術は知られているようであるが、試験地周辺は砂質土壌(Arenosols)で非常に水はけが良いことから、表層流出水を活用するための集水技術は実施されていない。

また近年は、列状に植えた植栽木の間に農作物を間作する、タウンヤ (Taungya) 法によるアグロフォレストリーの取り組みも試験的に行われている。この方法は、特に造林の初期段階において植栽木の間に農作物を間作することで雑草管理の手間を減らし、短期的な収入にも繋がる利点がある。試験地周辺では、*Acacia mangium* を植栽する際にキャッサバを間作し、1.5～2 年後のキャッサバ収穫以後は、植林地として維持するシステムがとられている。現地における *A. mangium* の植林は通常 10 年未満の伐期であり、*A. mangium* の伐採後は再びキャッサバの間作を行う。言わば移動耕作の休閑期に短伐期のアカシア植林を行っているような形態であるが、この際 *A. mangium* の窒素固定による地力の向上も期待しているとのことである。

現在、植林局を始め、NGO 等の機関でも上記のアグロフォレストリーの取り組みが行われているが、その他にも例えば農業省ではムクナ、ササゲといったマメ科植物を利用した土壌改良を試験しており、移動耕作から定地型農業への転換を図っている (Kwilu 州 農業省, 2017)。このように、土壌条件の改善が農業生産の向上に繋がるという理解は広がっているものの、これまでの所そういった知見を林業生産に応用する試みは行われていない。

植林に関する取り組みでは *A. mangium*、*A. auriculiformis* 等の乾燥、貧栄養、酸性土壌に強い耐性を示す樹種において造林の成功事例が見られるものの、在来樹種を用いた植林は土壌に粘土質を含む地域でしか成功しておらず、砂質土壌における在来樹種の植林技術は確立されていない。

6.4 試験の方法

6.4.1 本試験で工夫した点

焼畑は現地で一般的に用いられている耕作技術であるが、耕作を 2 年程度行った後は休閑地に戻されており、焼畑による土壌改良効果はごく短期で失われるものと思われた。そこで、より長期間に渡って効果を発揮することを期待して、土壌中での分解が非常に遅いバイオチャーを土壌改良材として利用することとした。

バイオチャーの原料については、現地において家庭燃料等に利用されているバイオマス資源を原料とした場合、既存の利用ニーズとの競合が発生するものと考えられた。そういった競合を避けるため、現地で未利用の資源を利用する設計とした。

また、原料や炭化の度合いによるバイオチャーの性質の違いにも着目し、様々な原料、炭化度のバイオチャーの物理性、化学性の違いを検証し、現地の土壌改良に適したバイオチャーを検討することとした。

6.4.2 保水性試験②の方法

バイオチャーの施用による土壌物理性 (保水性) の改善効果を評価するために、今年度は特に現地の未利用バイオマスを用いて、バイオチャーの原料と炭化度の影響を確認するための試験を行った。

本試験に用いる試料として、土壌はコンゴ民から輸入した現地土壌を用いた (表 6-2)。バイオチャーの原料については、現地で未利用バイオマスの調査・収集を行い、日本への輸入に成功したタケ、オイルパームの幹・葉柄、キャッサバの茎、コーンの芯を用いた。

バイオマス試料の炭化にあたっては、マッフル炉を用いて炭化温度をコントロールした製炭については国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所の協力を得て実施し、簡易炭化炉を用いた製炭については、くまの木里山応援団の協力を得て実施した(表 6-3、写真 6-3 エラー! 参照元が見つかりません。)。

木材の炭化は加熱とともに進み、それに伴い原料木材の重量が減少していくが、280～380℃域において急激な重量変化を示す(佐野・本庄, 2011)。この半炭化域で木炭の化学性、物理性は大きく変動するため、炭化温度をコントロールして作成したバイオチャーサンプルについては表 6-3 のとおり、焼成温度の高低により「炭」と「半炭」に分けて試験を行った。

また、本試験では土壌に混合するバイオチャーの粒径を 0.5～1.0 mm に固定し、バイオチャーの混合量は 0%、0.5%、1%、2%、4%、8%の重量比で土壌に混合した。各試料は 50ml 採土円筒に充填して 24 時間吸水させた後、素焼板法による細孔隙量、粗孔隙量の計測を行った。

表 6-2 原料、炭化温度に関する試験に用いた土壌サンプル

No.	名称	仮比重 (g/cm ³)	調整後の粒径 (mm)	備考
1	現地土壌	1.46	< 2.0	・ 植栽試験地周辺の灌木サバンナから採取した土壌 ・ 地表 0～25cm の層から採取 ・ 輸入時にオートクレーブによる滅菌が施されている

表 6-3 原料、炭化温度に関する試験に用いたバイオチャーサンプル

No.	樹種	状態	炭化温度 (°C)	収率 (%)	炭化度 (%)	比重 (g/cm ³)
1	タケ	炭	500	30.7	88.2	0.317
2		半炭	290	62.8	58.6	0.327
3		簡易製炭	不明	27.8	79.8	0.320
4	キャッサバ茎	炭	500	31.7	81.2	0.258
5		半炭	320	44.9	68.5	0.272
6		簡易製炭	不明	29.1	76.2	0.179
7	オイルパーム幹	簡易製炭	不明	24.4	不明	0.200
8	オイルパーム葉柄	簡易製炭	不明	20.9	不明	0.278
9	コーン芯	簡易製炭	不明	26.7	不明	0.238



写真 6-3 バイオチャーの炭化に用いた機器

左:マッフル炉(森林総合研究所)、右:簡易炭化炉(くまの木里山応援団)

6.4.3 化学性分析②の方法

バイオチャーの施用が土壌化学性に及ぼす影響を評価するため、今年度にて作成したバイオチャー(表 6-3)について、各 1 サンプルの化学性分析を行った。

分析項目は、全炭素、全窒素、有効態リン酸、交換性カリウム、交換性カルシウム、交換性マグネシウム、陽イオン交換容量(CEC)、陽イオン飽和度、pH(H₂O)の 9 項目である。各項目の分析方法は表 6-4 のとおりである。

表 6-4 化学性の試験項目及び試験方法

試験項目	試験方法	備考
全炭素	乾式燃焼法	
全窒素	乾式燃焼法	
有効態リン酸(P ₂ O ₅)	トルオーグ法	
陽イオン交換容量(CEC)	セミクロ・ショレンベルガー法	定量下限値:0.20 cmol(+)/kg
交換性カリウム	原子吸光光度法	定量下限値:0.01 cmol(+)/kg
交換性マグネシウム	原子吸光光度法	定量下限値:0.02 cmol(+)/kg
交換性カルシウム	原子吸光光度法	定量下限値:0.40 cmol(+)/kg
陽イオン飽和度	交換性 K,Ca,Mg,Na 及び CEC より計算	
pH(H ₂ O)	ガラス電極法	測定温度:17.8°C

6.4.4 植栽試験①の方法

(1) 試験区の設計

バイオチャーの施用による土壌改良効果を確認し、既存のアカシア植林との比較を行うために、以下の 45 の区画を設けて植栽を行う試験設計とした。バイオチャーの施用は 0 kg/m^2 (コントロール)、 0.5 kg/m^2 、 2.0 kg/m^2 の 3 段階とした。

試験区の設計については、植栽は現地の一般的な植栽間隔である $4\text{m} \times 4\text{m}$ 間隔で行い、各処理のサンプル数は 30 個体 (10 個体 $\times$ 3 反復) とする。また、エッジ効果を避けるために植栽区画の外側にもう 1 列の植栽を行うとともに、その外側には防火帯として植生を刈り取る区画を 10m 幅で設けた。試験区画の設計は図 6-7、植栽木の配置、植栽方法は図 6-8 のとおりとした。

表 6-5 植栽試験の設計

処理タイプ	処理数	備考
バイオチャーの施用	3	多 (2.0kg/m^2)、少 (0.5kg/m^2)、無 (0kg/m^2)
樹種	5	5 種
反復数	3	各処理 3 反復
計	45	バイオチャー $\times$ 種数 $\times$ 反復数

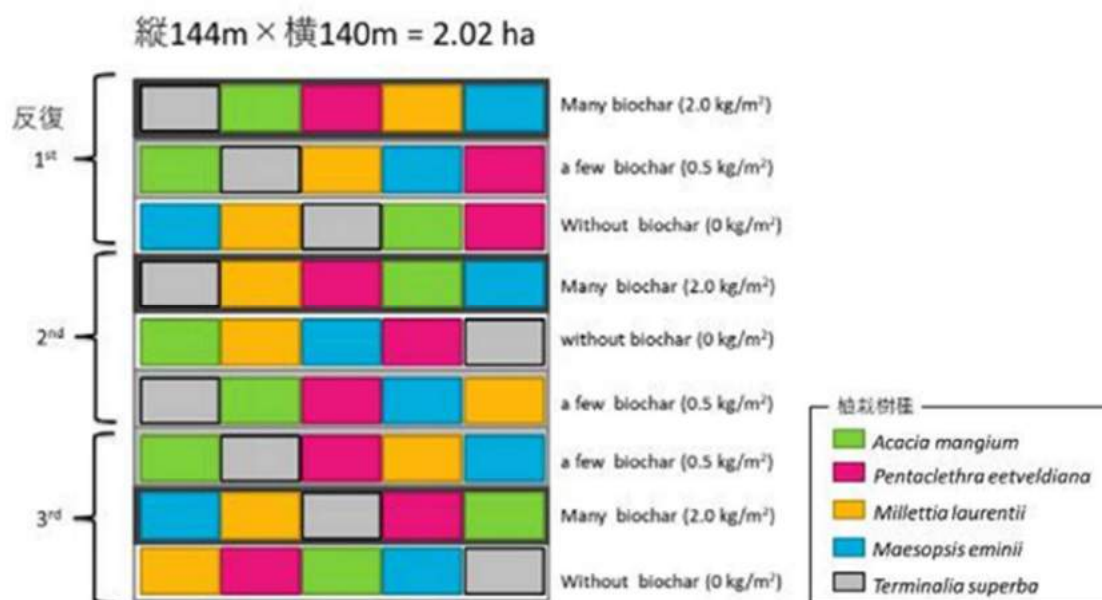


図 6-7 試験区の設計

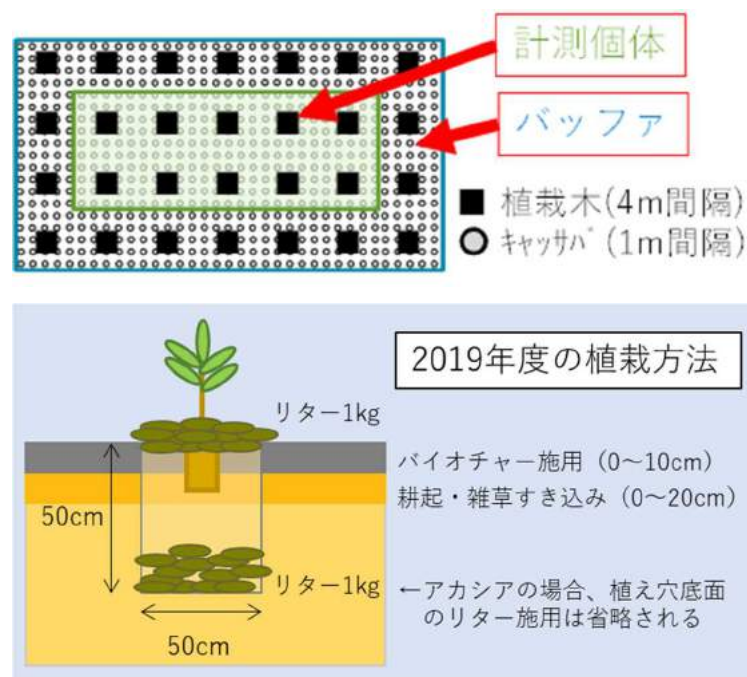


図 6-8 植栽木及びキャッサバの配置と植栽方法(炭の施用位置)

(2) 試験樹種

試験の対象樹種は、現地で利用のニーズがある在来種4種と、コントロールとして現地で植林実績のあるアカシア(*A. mangium*)1種の計5種とした。在来種4種は、現地の植林局やNGOへのヒアリング結果等を参考に、以下の点に留意して選定した(環境省 植林・園芸局, 2019、環境省 森林整備インベントリ局, 2019、GI-Agro, 2019、Fern, 2020)。

- ① 現地で利用のニーズがあること
- ② 近隣の残存林で見られる樹種(元々、その地域に自生している樹種)であること
- ③ 先駆的な性質の樹種であること
- ④ 高い成長速度が見込めること
- ⑤ 苗木の入手が容易であること
- ⑥ マメ科(窒素固定を行う樹種)とそれ以外の樹種の両方を選ぶこと

上記の点に留意して検討した結果、本試験では以下、表 6-6～表 6-10の5樹種を用いることとした。

表 6-6 試験対象樹種(1) *Pentaclethra eetveldeana*

種名	<i>Pentaclethra eetveldeana</i>	
科名	マメ科	
分布	在来種	
特徴	・ 成長が速い先駆種 ・ 窒素固定を行う ・ 貧栄養土壌でも育つ	
用途	・ 食用イモムシ採取 ・ 薪	

表 6-7 試験対象樹種(2) *Millettia laurentii*

種名	<i>Millettia laurentii</i>	
科名	マメ科	
分布	在来種	
特徴	・ 成長が速い先駆種 ・ 窒素固定を行う ・ 熱帯雨林～木本サバンナに分布 ・ 肥沃で、湿った土壌を好む ・ 森林再生に利用される	
用途	・ 高級木材 ・ 食用イモムシ採取	

表 6-8 試験対象樹種(3) *Maesopsis eminii*

種名	<i>Maesopsis eminii</i>	
科名	クロウメモドキ科	
分布	在来種	
特徴	・ 成長が速い先駆種 ・ 森林再生に利用される ・ 4ヶ月までの乾期に耐える ・ 土壌が深く、肥沃で湿った砂質壤土を好む	
用途	・ 建材、薪炭材 ・ 食用イモムシ採取	

表 6-9 試験対象樹種(4) *Terminalia superba*

種名	<i>Terminalia superba</i>	
科名	シクンシ科	
分布	在来種	
特徴	・ 成長が速い先駆種 ・ 4ヶ月の乾期がある地域に分布 ・ 砂質土壌では、長い乾期に対応できない ・ 根は浅い	
用途	・ 家具材 ・ 薪炭材	

表 6-10 試験対象樹種(5) *Acacia mangium*

種名	<i>Acacia mangium</i>	
科名	マメ科	
分布	外来種	
特徴	・ 非常に成長が速い先駆種 ・ 窒素固定を行う ・ 貧栄養土壌、酸性土壌でも育つ ・ 現地において造林の成功事例有り	
用途	・ 薪炭材	

6.4.5 植栽試験②の方法

(1) 試験区の設計

半炭のバイオチャーの施用による土壌改良効果を検証するために、以下の9の区画を設けて植栽を行う試験設計とした(表 6-11)。バイオチャーの施用は 0 kg/m^2 (コントロール)、炭 2.0 kg/m^2 、半炭 2.0 kg/m^2 の3種類とした。

2021年度で事業が終了することを考慮し、早い段階で植物への効果設計とするため、植え穴及び苗ポットにバイオチャー(炭、半炭)を施用する設計とした。また、半炭を多量に確保することが難しいことから全面施用とはせず、キャッサバの間作は行わず、植栽木への効果のみを観察することとした(図 6-9)。

試験する樹種は、*Maesopsis eminii* とした。選定理由は、①非マメ科のため窒素固定がなく、マメ科と比べると栄養の制限が強く、バイオチャー施用の効果(保水性向上効果、肥料効果、保肥力効果)が他の試験樹種よりも強く反映される可能性があること、②2020年6月時点の成長量(直径、

樹高)は、*Maesopsis eminii*、*Millettia laurentii*、がバイオチャー「無し」と「有り」の成長量に比較的差が表れていること、の2点である。

試験区の配置は、無作為で行った。アカシア炭 2.0kg/m² は試験区 2、3、7、アカシア半炭 2kg/m² は 5、8、9、バイオチャー無 0kg/m² は 1、4、6 とした。(図 6-10)。

植栽間隔は 4m×4m とし、各処理のサンプル数は 30 個体(10 個体×3 反復)とする。また、エッジ効果を避けるために植栽区画の外側にもう 1 列の植栽を行うとともに、その外側には防火帯として植生を刈り取る区画を 10m 幅で設けた。

表 6-11 植栽試験の設計

処理タイプ	処理数	備考
バイオチャーの施用	3	アカシア炭の多(2.0kg/m ²)、アカシア半炭の多(2kg/m ²)、無(0kg/m ²)
樹種	1	1 種(<i>Maesopsis eminii</i>)
反復数	3	各処理 3 反復
計	9	バイオチャー x 種数 x 反復数



図 6-9 植栽木及びキャッサバの配置と植栽方法(炭の施用位置)

1	2	3
4	5	6
7	8	9

無施用 0 kg/m²

半炭 2.0 kg/m²

炭 2.0 kg/m²

図 6-10 試験区の配置

6.5 試験結果

6.5.1 保水性試験②の結果

異なる原料、炭化度のバイオチャーが土壌保水性に及ぼす効果を、図 6-11 に示す。保水力の指標となる細孔隙量(pF1.8~2.7)、粗孔隙孔量(>pF2.7)の変化は、バイオチャーの原料、炭化温度によって異なっていた。細孔隙量は施用量とともに増加し、同じ原料であれば、炭化度の高い試料でより大きく増加した。一方、粗孔隙孔量については、原料による変化は見られるものの、炭化度や施用量による影響は細孔隙ほど明瞭ではなかった。このことから粗孔隙はバイオチャーの粒子内だけではなく、粒子間の孔隙によっても構成されているものと考えられる。

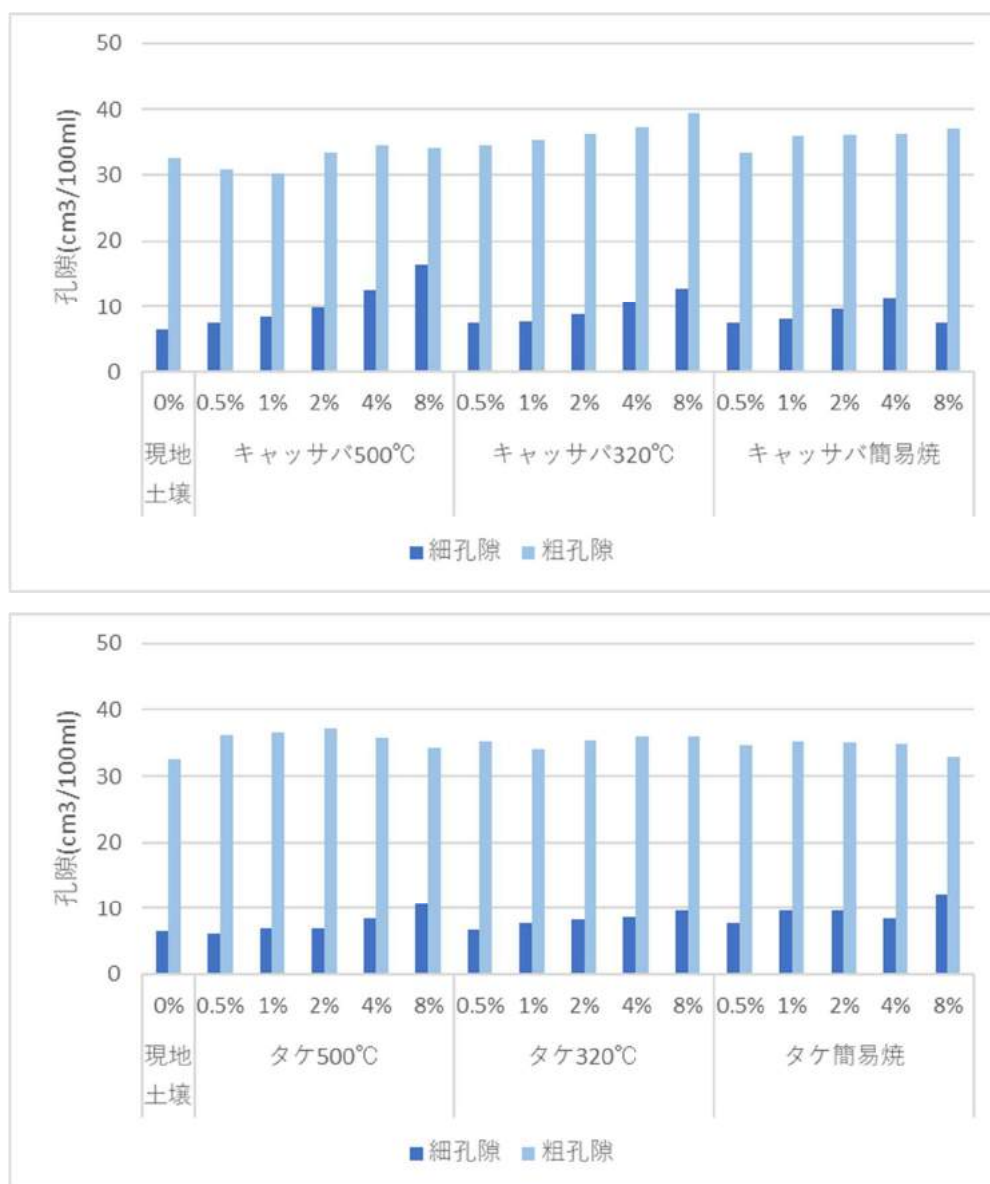


図 6-11 バイオチャーの原料及び炭化温度による影響(1/2)

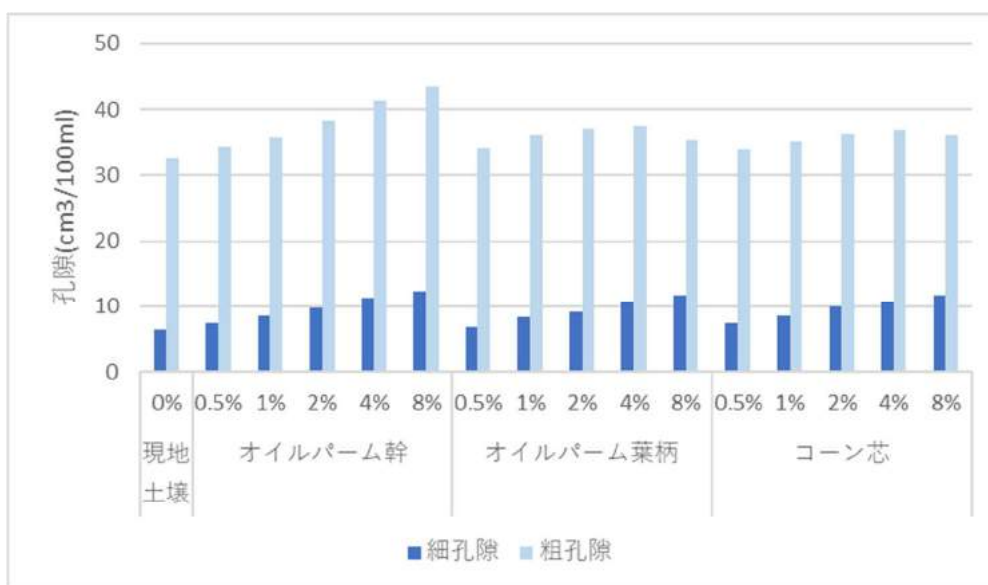


図 6-11 バイオチャーの原料及び炭化温度による影響 (2/2)

バイオチャー単体での孔隙量(細孔隙+粗孔隙)は多くの原料、かさ密度のバイオチャーで現地土壌よりも著しく高い値を示した。これらのバイオチャーを 2.0kg/m^2 施用した場合、現地土壌表層(0~10cm)の保水力を、9~49%向上させることができると推定される。

昨年度に試験したサンプルも含めて、施用したバイオチャーのかさ密度と孔隙量(細孔隙+粗孔隙)の関係をみると、かさ密度とは負の相関関係がみられた(図 6-12、 $p < 0.01$)。このことはかさ密度の低いバイオチャーの方が孔隙量の増加効果が高いことを示しており、燃料としての価値の低い(かさ密度の低い)バイオチャーが、土壌保水性の改良について高い性能を持つことを意味している。また、原料 1g あたりの保水性改善効果は炭よりも半炭で大きく、原料バイオマスの有効活用という観点からは、半炭を利用することが効果的と考えられた。