

交付番号	24-Ⅱ-01
------	---------

2025 年 6 月 23 日

朝日ウッドテック財団研究助成事業
2024 年度 研 究 成 果 報 告 書

報告者

所属機関	宮崎大学 研究・産学地域連携推進機構
職 名	准教授
氏 名	徳本雄史

研究課題

常緑広葉樹シイ類 2 種の種間交雑個体の材形質とゲノム情報との関連性

研究期間

2024 年 4 月 1 日 ～2025 年 3 月 31 日

〔 記入上の注意 〕

- ・この「研究成果報告書」は、当財団でとりまとめ、W e b サイトや印刷物等で公表する予定です。
- ・報告書はA 4 判（横書き）4 枚程度にまとめ、必要に応じて図表等を挿入してください。
- ・本助成金による研究の発表論文（発表予定を含む。）の別刷り又は作成した資料がありましたら、添付してください。

1 研究の背景と目的

床材や家具など造作材として利用される広葉樹材の国内生産は低迷しており、現在ではその多くを海外からの輸入に依存している。広葉樹材の安定的な確保と供給体制の構築のためには、国内での広葉樹の利用促進が急務である。一方で、広葉樹材は針葉樹材に比べて、成長応力による反りやねじれなどの狂いが多く加工が難しいことに加え、萌芽更新による多幹性を有するものが多いため、材質の個体差や生育環境による差が大きい。このため材質や供給の安定性の確保が課題となっている。国産広葉樹材の安定供給を実現するためには、こうした性質の要因の解明と予測が必要であり、それに資する広葉樹育種に関する研究が求められる。

本研究では、常緑広葉樹であるシイ類(スダジイ、ツブラジイ)を対象とした。これらは西日本を中心に標高の低い地域に広く分布しており、幹が比較的通直であることから、材としての利用が可能である。特に南九州では、古くは枕木や造作材として利用されてきた実績がある。スダジイとツブラジイは近縁種であり、両者の中間的な形質を示す個体、すなわち種間交雑個体と考えられる個体も確認されている。こうした交雑個体を研究対象とすることで、短伐期で優良な材質を持つ個体、すなわち成長が早く、かつ材密度が高く耐朽性に優れる個体の選抜が可能であると期待された。

以上の背景を踏まえ、本研究ではシイ類2種(スダジイ、ツブラジイ)およびその交雑個体を対象に、成長が早く、材密度や耐朽性に優れた優良個体の選抜を目的とした。特に、各個体の表現型データとゲノム情報との関連性を解析することで、材質に関わる重要形質の遺伝的基盤を明らかにし、良質なシイ類材の選抜育種に資する科学的知見を得ることを目指した。これにより、国産広葉樹材の安定的な確保と、将来的な市場供給体制の構築への貢献を図るものである。

2 研究方法・研究内容

本研究では、宮崎県内の森林(宮崎大学演習林(宮崎市田野町、串間市))において、シイ類およびその交雑個体を探索し、取得した葉や材のサンプルを用いて形質評価および遺伝解析を実施した。具体的な分析手法および得られた成果については、次節に記した。

また、本研究期間前に採取と解析を実施していたスダジイの全ゲノム解析(熊本県合志市の林木育種センター九州育種場の個体)および、宮崎市高岡町去川国有林内の人工植栽林分におけるスダジイとツブラジイの解析についても、本研究期間内に解析を実施し成果が得られた。それらの結果も研究全体に関わるため、併せて結果を記載する。

3 研究成果

1) スダジイのゲノム解析とツブラジイとの種間比較解析

先行して実施していたスダジイの全ゲノム解析を完了し、論文として発表した(Tokumoto & Kijidani 2025)。解析の結果、全長が 954 Mb のゲノムが得られ、シイ属(*Castanopsis* 属)における他種と同程度のサイズであった(表 1)。得られたゲノムの品質は、植物に普遍的に存在する遺伝子の網羅性を評価する Benchmarking Universal Single-Copy Orthologue (BUSCO)により 98.6%のスコアを示し、今後の遺伝解析に十分耐えうる品質であることが確認された。本ゲノム配列は、DNA Data Bank of Japan (DDBJ) にアクセッション番号 BAAFSS010000001–BAAFSS010000267 として公開済みである。

表 1. スダジイゲノム解析の概要

バージョン	全長(Mb)	Contigs 数	GC 含量 (%)	N50 (Mb)
Ver 1.0	954	267	35.47	23.3

* N50 : Contig の長さの中央値 (50%以上の配列がこの長さ以上で構成される)

また、宮崎市高岡町の人工林から先行して取得していたスダジイとツブラジイのシーケンスデータについて、上述のゲノム情報を参照配列としてデータ解析を実施したところ、約 700 万箇所のツブラジイ特異的な変異が確認された。そのうち、遺伝子機能に影響を及ぼすと考えられる変異は約 17,000 遺伝子に及び、Gene Ontology 解析の結果、脂肪酸の生合成や花粉認識などに関わる機能群に種間差が認められた。

一般的に、スダジイは海岸付近や比較的標高の高い環境に生育し、材密度が高く成長が遅い、葉が厚く大きいなどの特徴を持つ。一方、ツブラジイは内陸のやや標高の低い場所に生育し、成長が速く材密度がやや低く、葉が薄く小さいという傾向がある。これらの表現型の違いが、遺伝的な配列の差異および遺伝子機能の違いに起因する可能性が示唆された。

2) 雑種個体の選定とサンプリング

雑種個体の探索は、宮崎大学演習林(宮崎市田野町、串間市)において実施し、約 100 個体にマーキングを行い、葉を採取した。これらの葉から DNA を抽出し、2 種類の制限酵素を用いた RAD-seq (Restriction site-Associated DNA sequencing)によりゲノム解析を実施した。得られたデータの解析により、約 40 個体がスダジイとツブラジイの交雑個体であると特定された。交雑個体には F1 型やバッククロス型など、複数の交雑様式が含まれており、調査地において複雑な花粉授受が起きていることが示唆された。

マークした個体から成長錐によって材試料を採取し、材密度を測定した(図 1)。交雑個体の材密度にはばらつきが見られ、スダジイの平均(0.60)よりも高い値を示す個体や、ツブラジイ(0.59)と同程度の個体も確認され、交雑が材密度に影響を与えていることが分かった。あわせて、採取した葉についても、面積、厚さ、単位面積当たりの乾燥重量、炭素窒素比を測定した結果、交雑個体は 2 種の間間的な値を示す傾向があった。また、宮崎市高岡町の人工林から採取したスダジイとツブラジイの道管配列を調べたところ、年輪形成の初期に形成される大径道管の配列に顕著な違いが認められ、肥大成長が旺盛なツブラジイでは放射方向に多数の大径道管が形成されていた。交雑個体から幹の一部を追加で採取し、道管配列と交雑パターンとの関連性を調査中である。

さらに、スダジイゲノム配列を基に、得られた表現型データと遺伝子情報の関連性を評価するため、ゲノムワイド関連解析(GWAS)を行なった。その結果、材密度に関しては 3 つの候補遺伝子が同定された。

以上のように、本研究によりスダジイのゲノム情報と、シイ類 2 種間の配列差が明らかになった。また、交雑個体の形質と遺伝情報との関連性の解析が可能となったことは大きな成果であり、今後、表現型を制御する候補遺伝子の特定と機能性評価に向けた基盤が整ったといえる。

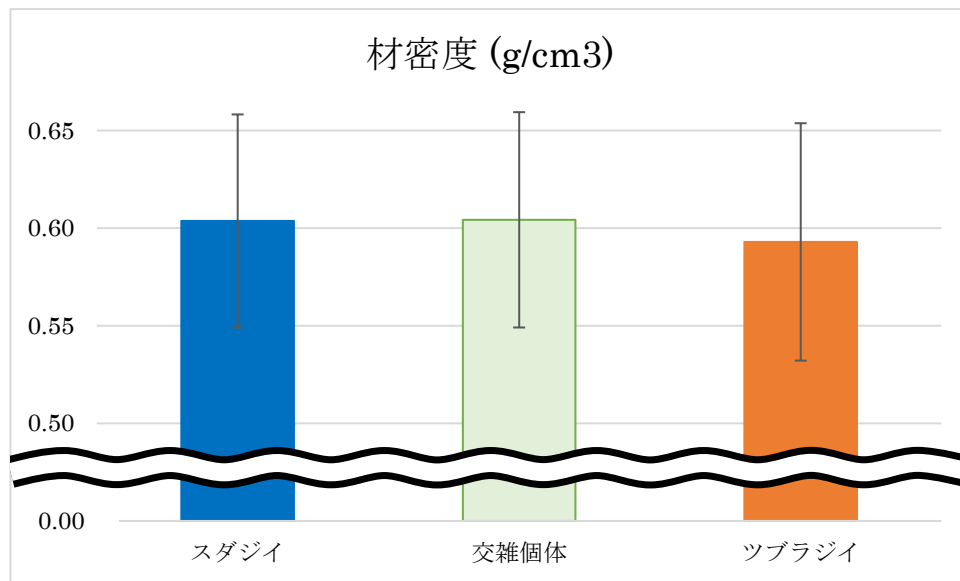


図 1. 遺伝解析により同定された種分類（スダジイ、ツブラジイ、交雑個体）ごとの材密度の比較。

4 研究成果の活用と今後の見通し

本研究では、スダジイの全ゲノム情報を基盤として、表現型データとの関連性を解析可能としたことが、大きな成果の一つである。これにより、例えば材密度に強く関与すると考えられる候補遺伝子を特定することができた。今後は、候補遺伝子の機能性や作用機序を詳細に検証し、成長との関連について解析を行い、優良個体の選抜やマーカー開発につなげていくことが期待される。

さらに、本研究期間中には解析対象としなかった表現型、たとえば材の色味なども含めた多様な形質についても、将来的にゲノム情報との関連性を明らかにすることで、選抜対象の幅を広げることが可能となる。日本の多くの山林に見られる起伏のある地形に着目し、斜面の方位や傾斜といった環境要因が幹形や材質に与える影響についても、今後の研究課題として重要であると考えられる。

国産広葉樹材の安定的な確保と供給体制の構築は、木材需給の安定化に大きく貢献する。特に、シイ類のような優占樹種の有効利用が進めば、輸入材に依存せず、放置された里山や二次林の資源としての活用が促進されるとともに、森林資源の持続的な循環利用にもつながるため、引き続き研究が必要である。

発表論文等

Yuji Tokumoto, Yoshio Kijidani. Genome assembly of the evergreen broad-leaved tree *Castanopsis sieboldii* (Makino) Hatus. ex T. Yamaz. et Mashiba subsp. *sieboldii* (Fagaceae). Journal of Forest Research. (2025).

Online first: <https://doi.org/10.1080/13416979.2025.2505153>.