

NEDO再生可能エネルギー分野成果報告会2025 プログラムNo.1-8

木質バイオマス燃料等の安定的・効率的な供給・利用システム構築支援事業/新たな燃料ポテンシャル(早生樹等)を開拓・利用可能とする”エネルギーの森”実証事業/

キリ早生樹から始まる「エネルギーの森」システムの構築助成事業

発表日：2025年7月16日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名 (株) 環境公害分析センター 主任研究員：加藤 茂

(国) 宇都宮大学 准教授：石栗 太

問い合わせ先 株式会社環境公害分析センター

URL: <http://www.kankyo-kougai.com> TEL:028-601-8835

事業背景

これまでの取り組み

提案者のグループは、半世紀に亘って土建業を通じて地域への貢献に努め、さらに時代とともに環境問題解決への取り組みを進めてきた。

- ・ 1970年 塚田土建（株） 創業（以来、地域の雇用創出とインフラ整備に貢献）
- ・ 1999年 （株）環境公害分析センター 設立（環境問題解決の一助としたい）
- ・ 2018年 新たな環境問題、特に地球温暖化問題への取り組みと、地域で問題となっている耕作放棄地の有効活用の議論が始まる。

・ 2020年 **早生樹キリの耕作放棄地への植栽開始**

並行して木質バイオマスチップの生産事業を企画

中小企業庁の木質バイオマス生産事業の事業再構築補助金を獲得、しかし…

燃料用チップの需要の高まり+ウッドショック

||

原材料確保が困難となり事業を断念

↓

このことから、持続的な燃料供給のためには

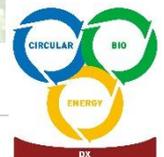
1) 燃料生産と木材生産のバランスが極めて重要

→お互いを補える様な生産体系の確立が必要

2) 自社植林による原材料確保の必要性



2023年6月19日撮影（2020年7月植林）





キリを植林

- 古くから日本人に親しみがある
 - 比較的冷涼な気候でも成長が早い
 - 植栽や保育の知見がある
 - 萌芽特性のある樹種
- (しかし)
- 燃料と木材生産の両立は可能か？
 - 科学的知見のアップデートなし
 - 育種のアップデートなし
 - 実際の伐期と収量は？

耕作放棄地の利用

- 農村の環境保全と経済再生
 - 農地法に抵触しない
 - 比較的平坦な場所が多い
- (しかし)
- 平坦だが本当に植栽や保育が楽になるか？

早生樹としてのキリの材質再評価 (2) : 板材の材質と他材料との曲げ性能の比較
 Re-evaluation of wood quality of kiri (*Paulownia tomentosa*) as a fast-growing tree species (2): Wood quality of lumber and comparison of bending properties with other wood products

(宇都宮) ○石塚 太, 板津郁美, 大島潤一, 横田信三, (環境公害分析センター) 仁平昌志, 徳島芳廣 (Utsunomiya Univ.) ○Futaba ISHIGURO, Itami NEZU, Jyunichi OHSHIMA, Shinzo YOKOTA, (Kankyo Kougai Bunseki Center Co.) Matsuzaki NH-EL, Yoshitaki URUSHIMA

結論
 最近、日本において早生樹の植林が注目を集めている。本研究では、成長が早く、古くから植林されているキリ (*Paulownia tomentosa*) を再評価し、その木材利用の可能性を検討することを目的とした。第1報 (板津ら 2023) では、肥大成長速度と基礎的木材性質の関係を明らかにした。本報告では、実験1として板材の材質を調査するとともに、実験2として無欠点曲げ試験片を作製し、市販されている木材との曲げ物性を比較した。

材料と実験項目
実験1 : 栃木県益子町で生育した樹齢約50年のキリ1個体 (胸高直径88.5 cm、樹高19.2 m) を用いた。地上高1.3~3.3 m で得られた丸太から、断面50×100 mm の板材を15枚得た。得られた板材は、屋外で天然乾燥した。天然乾燥中、含水率 (含水率計を用いて測定)、寸法および動的ヤング率の変化を測定した。乾燥後、断面38×89 mm に加工し、静的曲げ試験を行った。
実験2 : 1) 栃木県益子町で育成された1年生キリから得られた材、2) 実験1で使用したキリ材、3) 福島県金山町で得られたキリ材、4) 市販の中国産キリ集成材、5) スギ、6) ホワイトスプルース、7) 市販の中国産マツ属種の集成材を用いた。これらの材から断面15 mm、繊維方向長さ240 mm の無欠点小試験片を作製し、静的曲げ試験を行った。

実験1の結果と考察
 含水率の経時変化
 生材から約140日の天然乾燥で約10%に減少
 乾燥中の損傷や変形はほぼなし

2×4材の気乾密度、MORおよびMOEの比較

実験2の結果と考察
 小試験片の気乾密度、MORおよびMOEの比較
 キリ小試験片の気乾密度および曲げ物性の相関関係
 板材では認められなかった、気乾密度とMOR、MOEとMORとの間でも正の相関関係が認められた。
 一板材では、繊維傾斜がMORに及ぼす影響が大きい？

まとめと今後の展望
 気乾密度=約0.3g/cm³ MOR=約5GPa MOR=約25 MPa
 → 想定より低くないが、そのままで構造用材に用いることは難しい、内装材でも多少の力学的性能が必要な部材への利用を検討
 繊維傾斜の問題
 → 製材時に注意を払うことで改善が可能？現在進行中の植林木では、芽欠きをしており、比較的適度な幹を持つものが多いため、解決できる可能性
 隣付近の気乾密度および強度が著しく低い。
 → 安定した品質の製品を得るためには、隣付近を除いて製材する必要

2023年3月 日本木材学会大会にて発表
 (宇都宮大学との共同研究)



目的

休耕地等を利用したキリ早生樹林業による燃料生産と木材生産共生システムを構築する。

期間

2023年10月～2025年3月

最終目標

目標1：伐期の短縮（1/2に短縮＝5年）

目標2：単位面積あたりの収量の増加（従来産地データの3～10倍）

目標3：燃料材・用材の量的・質的向上（従来産地データの5%向上）

目標4：平地であることを生かした造林・保育・収穫効率の向上

目標5：遺伝的多様性の維持

実施体制

[助成先] (株) 環境公害分析センター

[委託先] (国) 宇都宮大学

事業概要

概要・外部有識者委員会

事業概要

事業1：収穫量向上に向けた造林・保育方法の検討（目標1・2に関連）

事業2：優良系統の選抜と燃料材および木材の評価（目標3に関連）

事業3：資源量調査の省力化と伐採コスト算出（目標2・4に関連）

事業4：種苗の遺伝的多様性の評価（目標5に関連）

外部有識者委員会

（外部委員）

- ・ 相蘇春菜（山形大学農学部准教授）
- ・ 井城泰一（森林総合研究所林木育種センター）
- ・ 伊藤拓哉（沼津高等専門学校准教授）

（2024年度の委員会の開催）

第3回 6月13～14日（宇都宮大学・現地検討会）

第4回 9月25日（宇都宮大学）

第5回 12月20日（宇都宮大学）

第6回 3月14日（宇都宮大学）

2024年度の成果 (1)

事業1 造林・保育方法の検討

関連する目標：目標1および2
 主担当：環境公害分析センター

成果1：これまでの植栽本数

年	林分数	面積 (ha)	植栽本数
2020	15	4.37	3,747
2021	13	3.22	2,504
2022	7	2.65	1,970
2023	1	0.15	880
2024	3	4.27	2,950
計	39	14.65	12,051



成果2：土壌成分分析

- ・ 9箇所の林分において土壌成分分析を実施
- ・ 現在、成長データとの関連性を解析中



2024年度の成果（2）

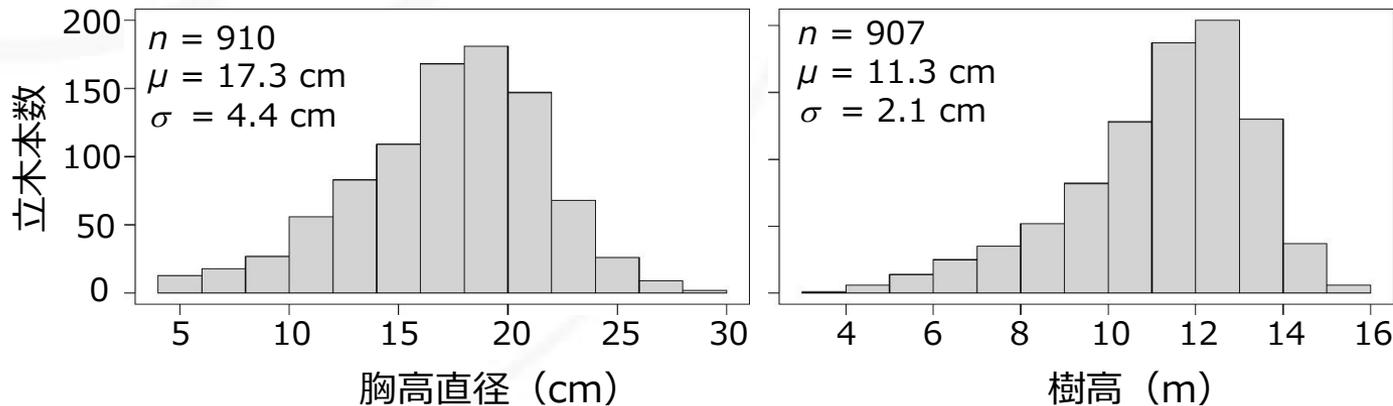
事業2 優良系統の選抜と燃料材および木材の評価

関連する目標：目標3

主担当：宇都宮大学

成果3：各年次の林分の毎木調査

・5年次における胸高直径と樹高の頻度分布



成果4：地上部バイオマスの調査

・4年次における樹幹のバイオマス量を推定

→ 単木あたり：0.08 m³

→ 1ヘクタールあたり：87.12 m³

成果5：木材形質の評価

・基礎的木材性質の評価および組織観察を実施中

2024年度の成果 (2)

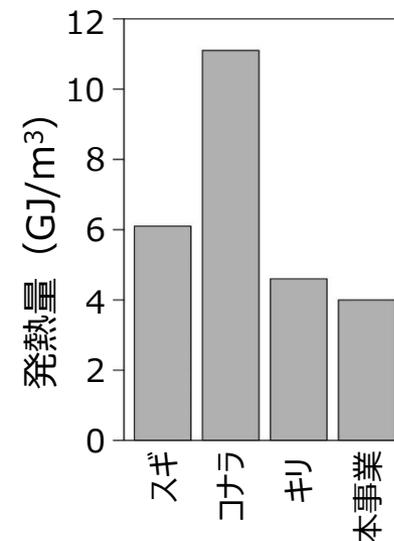
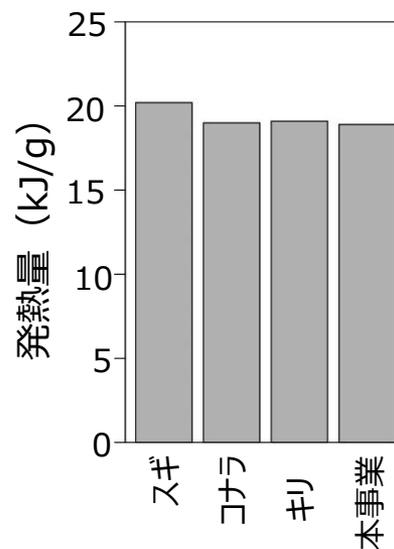
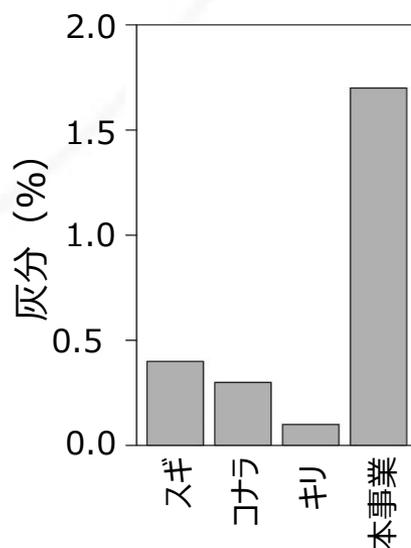
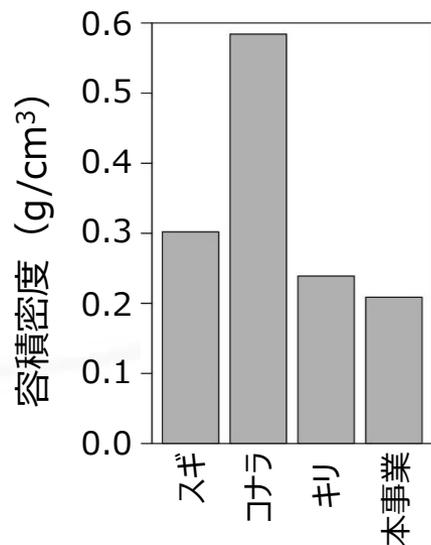
事業2 優良系統の選抜と燃料材および木材の評価

関連する目標：目標3

主担当：宇都宮大学

成果5：木材形質の評価

- ・ 基礎的木材性質の評価および組織観察を実施中
- ・ 燃料材としての特性を評価中
- ・ 木部の燃料特性の他樹種との比較



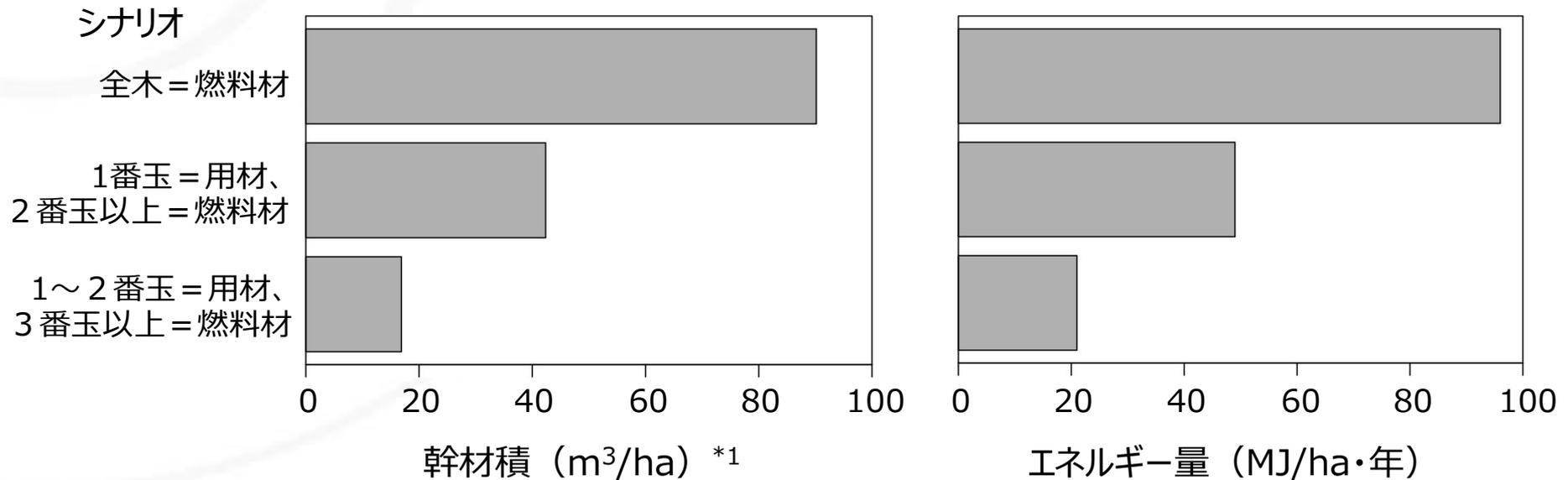
2024年度の成果（2）

事業2 優良系統の選抜と燃料材および木材の評価

関連する目標：目標3

主担当：宇都宮大学

成果6：燃料材と用材生産の量的観点からの事業化に向けたシナリオの作成



- 面積あたりの年エネルギー量は、林齢4年のキリ属種を全木用いた場合とスギを林齢約50年のスギを全木用いた場合でほぼ同等の値を示した。
- 材密度が低いキリ属種でも、早生樹という特徴を活かせば、燃料材生産の事業化は可能であると考えられる。
- コスト計算を組み合わせ、経済的に持続可能なシナリオを検討する。

関連する目標：目標2および4

主担当：宇都宮大学

成果6：ドローンによる資源量調査の簡略化

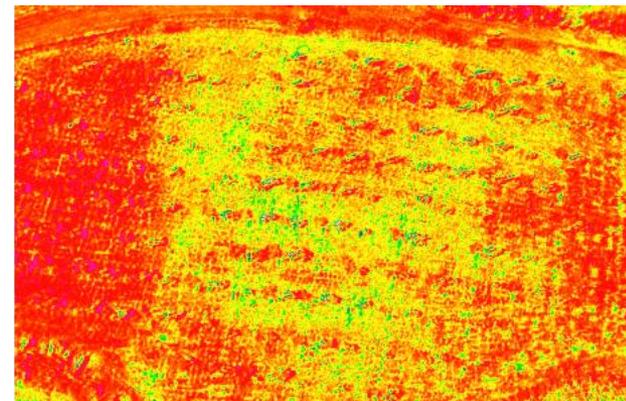
- ・ドローンを新たに購入
- ・10月に落葉前の林分のデータを取得
- ・12月以降、落葉後のデータ取得予定
- ・毎木調査結果との比較を予定



DJI MATRICE 300 RTK & Zenmuse L2

成果7：伐採時の作業効率調査

- ・本年度末で土地利用契約が終了する5年生林分について、4月に伐採
- ・伐採時に、作業効率を宇都宮大学により調査、現在解析中
- ・得られたデータを用いてスギ林などの例と比較する。



2024年度の成果（4）

事業4 種苗の遺伝的多様性の評価

関連する目標：目標5

主担当：宇都宮大学

成果8：ニホンギリの導入の検討

- ・キリ (*P. tomentosa*) の種苗を得るため、岩手・山形・福島の公設林業試験場へ訪問もしくは問い合わせ。その結果、すでに選抜されたキリの優良種苗の入手は困難であることが判明

成果9：本事業で使用している種の同定

- ・伐採個体から得られた葉サンプルからDNAを抽出、併せて花形態を観察して、本事業で用いているキリの種類を同定中



福島県金山町キリの花



栃木県益子町前沢1のキリの花

2024年度の成果（5） 公表論文および研究発表



論文（1件）

- 1) Nezu I, Ishiguri F, Ohshima J, Yokota S (2024) Evaluation of relationships between cambial age-related changes in radial growth increments of stems and wood properties in *Paulownia tomentosa* trees grown in Fukushima, Japan. *Wood and Fiber Science* 56(3): 113–126

研究発表（6件）

- 1) Nezu I, Yokoyama H, Ishiguri F, Kien YL, Joo BF, Wasli ME, Ohkubo T, Ohshima J, Yokota S (2024) Growth characteristics and wood properties of *Paulownia* sp. growing in Sarawak, Malaysia. 第34回日本熱帯生態学会年次大会（福井）
- 2) Nezu I, Ishiguri F, Nihei M, Kato S, Ohshima J, Yokota S (2024) Growth characteristics and wood properties in 4-year-old *Paulownia* sp. planted in abandoned farmland, Tochigi, Japan. 10th Pacific Regional Wood Anatomy Conference (Asahikawa, Japan)
- 3) 根津郁実, 澤田のどか, 田口木乃霞, 石栗 太, 仁平昌志, 漆島芳滝, 加藤 茂, 大島潤一, 横田信三 (2024) 4年生キリの丸太材積および容積密度の軸方向変動に基づく樹幹の全乾重量の推定. 森林遺伝育種学会第13回大会（東京）
- 4) Nezu I, Ishiguri F, Nihei M, Kato S, Bong FJ, Yong LK, Wasli ME, Ohkubo T, Ohshima J, Yokota S (2025) Size- and age-related changes in wood quality for *Paulownia* species planted in Japan and Malaysia. The International Symposium on Wood Science and Technology 2025 (Sendai, Japan)
- 5) 田口木乃霞, 根津郁実, 石栗 太, 仁平昌志, 漆島芳滝, 加藤 茂, 大島潤一, 横田信三 (2025) 4年生キリ属種の木材性質. 第75回日本木材学会大会（仙台）
- 6) 石栗 太, 根津郁実, 仁平昌志, 漆島芳滝, 加藤 茂, 有賀一広, 逢沢峰昭, 大島潤一, 横田信三 (2025) 早生樹林業のためのキリの成長および材質の評価. 第136回日本森林学会大会（札幌）



今後の予定

事業1：収穫量向上に向けた造林・保育方法の検討（目標1・2に関連）

→計画に沿って、植林を進める。また、成長形質のデータと関連させて、保育方法の検討を進める。

事業2：優良系統の選抜と燃料材および木材の評価（目標3に関連）

→5年次の林分が伐採予定のため、この林分を対象に優良系統を選抜し、個体の増殖を進める。また、5年次の木材の評価を進める。

事業3：資源量調査の省力化と伐採コスト算出（目標2・4に関連）

→データの取得をさらに進め、解析を進める。

事業4：種苗の遺伝的多様性の評価（目標5に関連）

→引き続き種の同定を進めつつ、一林分内での多様性を評価する。

事業の波及効果

・ 木質バイオマス燃料の持続的な供給を通じた新たな早生樹林業の確立

：燃料生産と木材生産を両立した新しい早生樹林業を確立

・ 地域活性化

：耕作放棄地を活用した経済活動

・ 国内他地域での成果の波及効果

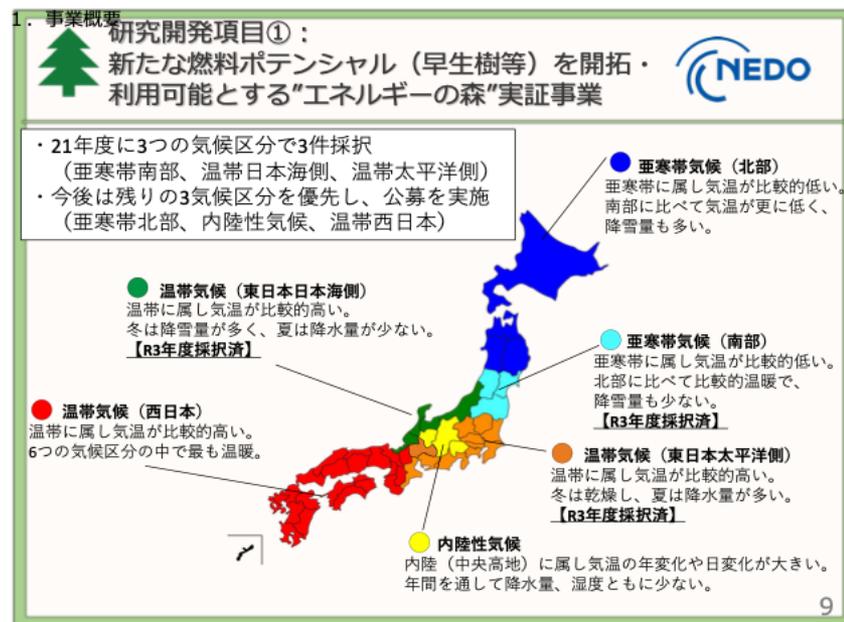
：古くから各地に産地が存在しているため

・ 伝統工芸に用いられるキリを守る

：伝統的産地は消滅しそう…

・ 海外展開の可能性

：気候が冷涼な地域での早生樹林業の可能性



NEDO資料より引用