

Ⅱ 高等学校 発表

林地残材を活用した木製ペット用品の開発と 森林環境教育の実践

熊本県立芦北高等学校 林業科 3年 福田 彩来 原屋 裕介
元村 叶夢 谷口 翔
鳥江 律輝

1 森林・林業・木材の好機

今、世界は、2030年SDGs達成や、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて加速度的に取り組みが進められています。森林はカーボンニュートラルの性質を持ち、また、生産した木材を建築物等で利用することで炭素が長期間貯蔵され、環境にも優しい材料として注目されています。我が国の二酸化炭素吸収量のうち、森林の吸収量は約9割を占めることから、森林及び木材を利用していくことはカーボンニュートラルの実現に大いに貢献すると考えます。

2 研究の経過

(1) 林地残材の有効活用と新たな木製品の開発

林業科では間伐材を活用するだけでなく、林内に放置されている林地残材を使った「なんでも掛け」の製作、さらに、現在、企業とコラボして木製ペット用品の開発・普及に向け研究に取り組んでいます。

(2) 森林環境教育の実践

森林・林業や木材の魅力、そして、環境への関心をさらに高めるために平成18年度(2006年度)より本校の演習林で森林教室を実施しています。

3 活動の内容

(1) 犬用噛み木おもちゃの開発及び商品化

ドリームアース(株)の吉永さんより、木製の犬用ペットおもちゃの製作依頼を受けました。犬用のおもちゃについて調べると、知育用おもちゃや噛むおもちゃが人気でした。特に犬の「噛む」行為はストレス解消などたくさんのメリットがあります。商品を調べると、プラスチックなど様々な素材で作られていましたが、木材なら堅くて丈夫なため長く使用できるのではと考えました。

ア 素材木としてのヒノキ(端材)の活用

ヒノキは強度が強く、材質が緻密で、耐久性や保存性、加工性に優れます。さらに、 α カジノールという抗菌成分には虫歯菌の生育を抑える効果もあります。

イ ヒノキの梢(林地残材)を活用した木製品の製作

間伐実習をする中で、不要となった大量の枝を活用しました。完成した試作品をドリームアース(株)の吉永さんに試していただくと大変好評でした。令和5年の3月、5月には東京でインターペットが開催、私たちのアイデアが商品化され2本入り小袋1,500円、3本入り大袋2,000円で販売されました。



さらに令和5年6月に大阪で開催されたインターペット(写真1 噛み木おもちゃ)に訪れたペット用品専門店である帝塚山ハウンドカム(株)と契約を結ぶことに成

功。1本1,080円で販売されています。また、多い時には、300本ほどの注文があり、この1年間で1,000本以上出荷されています。また、私たちは1本の梢から採れる噛み木おもちゃを試算してみました。すると約20本の枝が採れました。販売価格1本、1,080円で考えた場合、合計すると21,600円になります。これは芦北町のヒノキ丸太1m³当たりの価格20,000円（R6.4月）より高くなることが分かりました。

1本の梢から採れる噛み木棒を試算すると、
 (噛み木販売価格) 1,080円の場合、
 $1,080円 \times 20本 = 21,600円$
 (芦北町ヒノキ丸太1m³価格) R6.4月
 $20,000円$
 1本の梢
 末口：2.4~2.8cm、長さ4m
 丸太約4本分=1m³

〈写真2 枝（価値）の計算〉

(2) 犬用ご飯台の製作

ドリームアース（株）の吉永さんより、木製ご飯台の製作依頼がありました。さっそく、加工時に出る残材を使って手軽に作れるご飯台を試作しました。これからも企業と連携し木製ペット用品の開発に取り組んでいきます。

(3) 森林環境教育の実践「地域の小学校との森林教室」

水俣第二小学校、湯浦小学校・内野小学校との森林教室を実施しました。当日は、森林散策やネイチャーゲーム、伐倒の見学、植林体験など、森林・林業について体験学習を行いました。



〈写真3 植林体験の様子〉

4 研究の成果

(1) 林地残材を活用した噛み木おもちゃの商品化

インターペットをはじめ、帝塚山ハウンドカム（株）と契約を結び1,000本を超える注文がありました。噛み木おもちゃを通して、木材の良さを知り、木材を利用する人が増えてきたことで、カーボンニュートラルの実現に貢献しています。

(2) 森林環境教育の実施

森林教室後の小学生からは「森林の大切さや木材の大切さを知った」など嬉しい声を聞くことができました。これまで森林教室に参加した人は延べ800名を超え、着実に森林・林業・環境への理解を深めてもらっています。

5 今後の課題とこれからの思い

(1) 林地残材を活用した木製ペット用品の開発

今後も企業と連携し、木製ペット用品の開発に向けて取り組んでいきます。また、噛み木おもちゃの注文依頼が増えてきたことから、将来は地域の製材所や森林組合と連携し、林地残材（森林組合・製材所）→加工・流通（ドリームアース（株））→販売（帝塚山ハウンドカム（株））という流れをつくりたいと考えています。そのことで、生産効率もよく大量出荷も可能で、地域の木材資源を活用していくことにも繋がると考えています。

(2) 森林環境教育の活動プログラムの充実

ESD（持続可能な開発のための教育）が進められていることを踏まえ、今後も多くの方を森林に招き、より効果的な森林での交流の方法を確立し、森林の持つ機能や林業の仕事、木材の良さを体験的に伝えていきます。

最後に、木材を利用することは「伐って、使って、植えて、育てる」という森林資源の循環利用を進めることに繋がります。さらに、建築物や家具、おもちゃなど耐用年数の長いものに使用すれば、長期間炭素を貯蔵することになり、2050年カーボンニュートラルの実現に貢献します。これらを踏まえ、私たちは森林・林業・木材の大切さや素晴らしさを知ってもらう活動をこれからも実践していきます。この活動が木材の有効活用、健全な森林の保育、国土の保全、環境問題の改善になり、さらには森林・林業の活性化にも繋がっていきます。

沖縄戦を乗り越えた平和の木を繋ぐ ～今復活！もう幻とは言わせない～

沖縄県立北部農林高等学校 林業緑地科 3年 玉城 美愛音
林業緑地科 2年 安座間 博翔、前田 満月
生活科学科 3年 上里 美月

1 はじめに

沖縄県は復帰後まで、お茶栽培が盛んに行われていましたが（図1）、現在では、規模も縮小し本島北部地域で栽培が行われているだけです。伝統ある沖縄のお茶の中でも香りが高く、最高級品種にも匹敵すると言われたのが平和の象徴と呼ばれた山城茶です。1935年に茶業組合が設立され、お茶の植え付けがはじまりました。茶山開墾の背景には、当時の沖縄で、政友派、民政派に別れた政治紛争が繰り広げられ、地域が二分されていた時代がありました。地域をまとめるため茶山の果たした役割は大きく、一つにまとまる役目を担った戦後の歴史があり、茶畑は平和の象徴でもありました。しかし、生産者の高齢化や後継者不足、製茶工場の故障により、茶畑の大半が耕作放棄地となり2013年に生産が途絶えてしまいます（図2）。2020年、山城茶の歴史を地域資料で知った、静岡県出身で沖縄県うるま市にカフェを営んでいる方が、ボランティアで復興活動を開始しました。茶畑は耕作放棄され、5年も立っており、草木が生い茂るジャングル状態でしたが、週3回ほど仕事後に草刈りを行い茶の木が見えるまで回復させました。種から植えられ育てられたお茶のことを在来種といい、国内では全茶園のわずか3%しかありません。10年計画で山城茶の復興をめざしており、希少価値も高く、地域の活性化や、沖縄戦も乗り越えてきた歴史ある山城茶を途絶えさせることなく、これからの世代に残すため活動を行っています。



図1 1980年代の茶畑



図2 荒廃した茶畑



図3 茶畑復興活動の説明

2 取り組みの概要・経過

私たちは新聞で、幻となった山城茶の復興にボランティアとして取り組んでいる方の存在を知り、何か手伝えることはないか連絡を取ったことが活動を始めるきっかけです（図3）。在来の山城茶復興活動として、茶の木を増やすことが大前提です。そのためには、保全だけでなく、農家の収入もあげることが必要であると考え活動に取り組みました。

- (1) 除草作業：茶畑が耕作放棄地になり、草がかなり生い茂っていたため、除草作業を行いました（図4）。
- (2) 整枝作業：木の丈を均一にし、芽ぞろいや品質、収穫量を上げるため整枝作業を行いました。草に覆われていたお茶の木も見えるようになり、復活に向け取り組んでいます。
- (3) 実生繁殖：山城茶は、代々実生繁殖で茶の木を増やしてきたとのことで、種を採取し、実生での繁殖に取り組んでいます。さし穂も行い、茶畑復活に取り組んでいます（図5）。

- (4) 茶葉粉末：美ら島財団の加工施設を利用して、粉末実験を行いました。整枝作業で刈り取った茶葉を使ったため、できあがり心配でしたが、想像以上にきめ細かな粉末にすることができ、茶葉を使った新しい商品開発に取り組む事ができました(図7)。
- (5) 商品開発：桜と茶葉をイメージしたお菓子づくりを行いました。地元のお菓子屋さんとコラボし、お土産部門世界でNo. 1に輝いた「ちんすこう」と茶葉を組み合わせた「茶ちんすこう」を開発しました(図6)。
- (6) 成分分析：お茶栽培を長年研究している沖縄県農業研究センターを訪ね(図8)お茶について教えて頂きました。栽培方法、刈り取り方、製茶方法分析方法(総合教育センター)などについて知ることができました。お茶復活にむけ産学官民連携し取り組みます(図9)。
- (7) 広報活動：沖縄テレビ(琉球銀行提供)GOODなNEWSを届ける取材や、進路情報誌ガクアル掲載など、取材を多く受けることができました(図10)。



図4 除草作業



図5 実生繁殖



図6 商品開発



図7 茶葉粉末



図8 成分分析



図9 成分分析



図10 広報活動

3 実行結果

お茶の木の復活、茶の木の繁殖、山城茶ちんすこうの完成(図11)、茶葉の販売を(図12)行うことができ、カフェを経営する農家の収入を向上させることにも繋がりました。活動を行う課程において、山城茶の復活を楽しみにして下さる年配の方や、観光客からも好評を得ることができています。



図11 山城茶ちんすこう



図12 やまぐすく茶

4 考察

お茶の木の復活、茶の木の繁殖、山城茶ちんすこうの完成(図13)、茶葉の販売(図14)を行うことができ、研究したレシピや、私たちが作成したオリジナルパッケージ(図15)が、商品になることに感動しました。カフェを経営する農家の収入を向上させることにも繋がり、わずか1年でここまでたどり着くことができ大変嬉しく思います。活動を行う課程において、山城茶の復活を楽しみにして下さる年配の方や、観光客からも好評を得ることができています。農業委員会のかたからも「高校生が活動に取り組む事はとても頼もしい。地域の励みになります。ありがとうございます。今後の取り組みに期待しています」と、お言葉をいただきました。

商品開発、販売、茶の木の繁殖を行うことができました。学校にも、実生を植え、北部農林高校在来茶を作る取り組みも行っています。また、戦前の茶葉栽培について

調査を行い、県内農林高校での茶葉栽培の歴史などについて、聞き取りを行い、学んだことを共有し課題に取り組みました。

争いをなくし地域を一つにした「平和の木」山城茶を活用した商品開発を行い、歴史を繋ぎ守る大切さを知りました。世界平和への願いをこめ、歴史ある沖縄の茶の木が途絶えることがないよう「未来へ繋ぐ絆の木 平和の象徴を架け橋に」願いを込め活動を続けていくことの重要性を再認識することができました。



図13 山城茶ちんすこう



図14 やまぐすく茶



図15 商品完成

5 まとめ

山城茶は、収益化した際には特産品再認定を目指しており、沖縄県農業研究所や改良普及センター、地域の方から栽培指導を受け復興活動を行っています。山城茶の現状は、少しずつ回復してきています。今後は、実生での栽培を広め、インスタを利用して私達の活動を通し、多くの方に山城茶の存在を知ってもらう必要があります。

今回の商品開発を通し挑戦し続けることで道が切り開けることを学びました。この経験を活かし商品開発はもちろん、復活の芽を枯らさないよう山城茶のPR活動を続け、今後の沖縄のさらなる発展に寄与出来るよう取り組んでいきます。高校生ができることは限られていますが、地域と繋がることで可能性は大きく広がりました。豊かな自然環境を残すため地域応援プロジェクトを通して、歴史ある沖縄の茶の木を途絶えさせないため、「未来へ繋ぐ平和の木、もう幻とは言わせない」を合い言葉に、これからも活動を続けます。



木材の付加価値を高めるために

熊本県立阿蘇中央高等学校 グリーン環境科 2年

高野 駿 戸田 響介

富田 馨仁 中山 琉聖

橋本 流刀

1 はじめに

阿蘇地域では先人が植え、守り育ててきたスギ・ヒノキの人工林がまさに伐期を迎えています。しかし、林業の低迷はいまだ続いています。そこで私たちは、林業の技術力と木材の付加価値を向上させるための取組を行うことにしました。

2 取り組みの概要・経過

本校グリーン環境科では、阿蘇の小柏にある演習林で、先輩方が植林したスギ・ヒノキ林の下刈りや間伐実習を行い、間伐材を有効活用した木工実習を行っています。阿蘇で育った木材の利用拡大を目的に演習林の間伐材を活用してベンチやイス、トンボなどの商品を製作、販売してきました。また、平成30年度からは肥後銀行などと連携し、ベンチづくりを行ってきました。

3 実行結果

昨年度から、レーザー加工機を活用し、付加価値を高める取組を始めました。

(1) 「子ども本の森 熊本」のベンチ製作

熊本市から依頼があり、新しく建てられる「子ども本の森 熊本」で使われるベンチづくりを行いました。利用される方が使いやすいように本校の美術部と連携し、ベンチを製作しました。



背板の取り付け



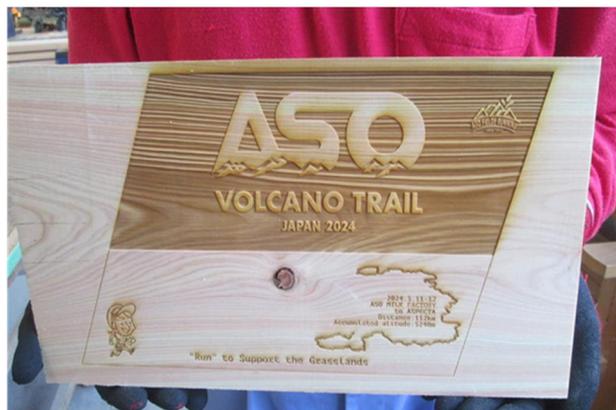
贈呈式の様子

(2) 阿蘇ボルケーノトレイル2024の入賞者用楯製作

A S Oフィールドランニング実行委員会から製作依頼を受け、令和6年5月に開催された阿蘇ボルケーノトレイル2024の入賞者への楯を製作しました。



サンダーで加工



完成した入賞者用楯

4 考察

木材利用の幅を広げる一助として、木工品を作る中で、私達は木材加工技術の習得ができました。また、木工品を小中学校に寄贈することで木材の魅力の発信につながりました。

子ども本の森熊本のベンチ製作では本校美術部と連携したことでグリーン環境科の授業だけでは学ぶことができない、デザインの要素（創造性や表現力の学習）をプラスすることでより良いものを完成させることができました。

現在、木材の利用を最大限に生かすため、レーザー加工機を用いて、端材を活用した付加価値向上につながる製品のアイデアが浮上しています。私達は、木材加工製品の製作の幅を拡大させ、新製品開発に向けた取組をスタートさせました。名札や感謝状などの賞状を製作してきましたが、今後は、赤ちゃんの記念手形やファミリーネームプレートを試作する予定です。

5 まとめ

木材を活用することが環境保全につながります。これからは、森林環境税の導入で蓄積55億 m^3 を超えた木材資源の有効活用への取り組みが加速すると推測されます。私たちは、人々にとって木材がより身近なものとなることが、木材の消費を促し、健全な森林へと導き、林業の活性化につながると考えています。

阿蘇地域には創造的復興が求められており、阿蘇の森林を整備することもその中の取組のひとつです。これからも森林利用の新たな形を提案していくために私達にできることを一つ一つ取り組んでいきます。

人吉・球磨地域の豊かな森林資源の有効活用で地域活性化

熊本県立南稜高等学校 総合農業科 2年 原口 煌人 杉本 良仁
 横山 司 東 蓮人
 伊東 和志

1 はじめに

学校のある人吉・球磨地域は、豊かな自然環境に恵まれ、基幹産業である農林畜産業の一大生産地です。しかし、第一次産業は少子高齢化による後継者不足が問題となっており令和2年7月豪雨災害や新型コロナウイルス感染症などの苦難に遭い、産業全体に暗い影を落としています。そのような中、今年4月の人口戦略会議により発表された『消滅可能性自治体』では、人吉・球磨地域（1市4町5村）の半分（2町3村）の自治体が該当していました。（図1）私たちは、豊かな森林資源を有効活用（マテリアル利用 サーマル利用）することで、持続可能な森林経営はもちろん、農業、畜産業の課題解決に尽力し、第一次産業の発展による地域経済の再生に貢献したいと考えました。



図1：人吉・球磨地域について

2 取り組みの概要・経過

(1) 総合農業科の強みを生かす

総合農業科は、動物コース（畜産）、植物コース（野菜、作物）環境コース（林業農業土木）と総合的に学ぶことができる学科です。（図2）そこでこのコース制の強みを生かした研究をしようと次の2つのテーマを掲げました。

- ① バイオ炭入り堆肥による農産地域脱炭素モデルの実現
- ② 森林資源のリグニン除去による飼料化の実現

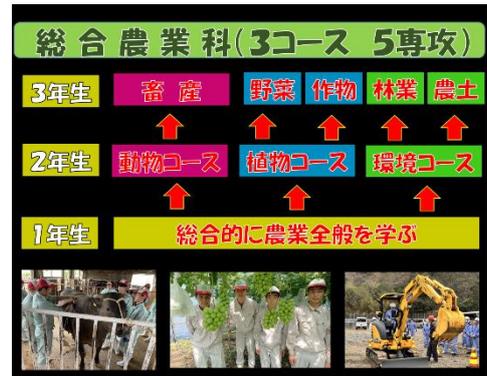


図2：総合農業科の強み

(2) バイオ炭入り堆肥による農産地域脱炭素モデルの実現

人吉・球磨地域の地場産業である木炭製造業と連携して竹林や林地残材を原料としてバイオ炭を製造し、家畜敷料と牛糞と混合して堆肥化・散布するとともに、CO₂貯留によるJ-クレジット化で収益の多様化を図れると考えました。

【バイオ炭】（図3）

350℃以上の温度で加熱して作られ、土壌改良や二酸化炭素の吸収などに効果がある炭化物である。土壌への炭素貯留効果や透水性の改善、保水性や通気性の改善などが認められている。一般にアルカリ性（pH 8～10程度）で酸化土壌のpHを調整する効果もある。

【J-クレジット化】

温室効果ガスの排出量削減や吸収量を、国がクレジットとして認証する制度。企業や地方自治体などが省エネルギー機器や再生エネルギーの導入、森林管理などの取り組みを行うと、CO₂などの温室効果ガスの排出削減量や吸収量に見合ったJ-クレジットが発行される。

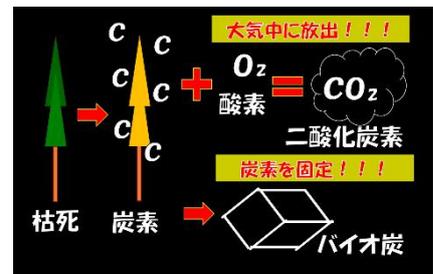


図3：バイオ炭について

① バイオ炭の製造について

私たちは、一斗缶に校内の剪定枝をチップにしたものを入れてふたをし、熱を加え、炭化させることにしました。2時間行いましたが、底の方が焦げただけで、変化は見られませんでした。バイオ炭は空気を遮断するのではなく、燃焼させた方がいいことが分かりました。

② 無煙炭化器の活用

学校があるあさぎり町に相談し、無煙炭化器をお借りすることができました。この器具は、燃焼時、上昇気流が発生することで、効果的に炭化させることができます。早速、製材端材や使用済みの竹を炭化させてみました。(図4) またチップにした後、炭にすることでその後の使用がしやすくなりました。



図4：バイオ炭の製造

③ 木質バイオマス発電所見学

2022年の肥料規格の見直しで、木質バイオマス発電所で発生する灰は、産業廃棄物ではなく肥料として利用できることを知りました。早速錦町にある木質バイオマス発電所を訪問しました。(図5) 発電所では、木材チップが激しい燃焼と圧力で溶融し溶岩のようになっていました。この物質を株式会社アイテックにより肥料用成分測定してみると、一定の効果があることがわかりました。(表1)



図5：バイオマス発電所の見学

項目	分析結果	定量下限値
苦土全量	0.4%	0.2%
可溶性けい酸	4.2%	0.3%
りん酸全量	0.32%	0.04%
加里全量	1.28%	0.08%

表1：燃焼灰の肥料成分測定結果

パンジー、ピオラの比較調査の結果 (10月7日現在)

パンジー (平均)	9月20日	9月27日	10月2日	10月7日
草丈 (cm)	灰肥料区 3.1 比較区 3.5	3.12 3.89	3.45 4.5	4.85 5.25
葉数 (枚)	灰肥料区 5.6 比較区 6.4	6.4 7.4	7.05 8.55	15.35 15.1

ピオラ (平均)	9月20日	9月27日	10月2日	10月7日
草丈 (cm)	灰肥料区 6.23 比較区 6.2	8.24 6.2	10.25 7.7	10.35 8.95
葉数 (枚)	灰肥料区 23.5 比較区 17.3	26.33 18.21	31.1 20.4	37.9 31.9

図6：比較調査の結果

④ 発電後の灰肥料を使ったピオラの比較実験

私たちは植物コースの草花部門のパンジー、ピオラを使った栽培比較実験を行いました。灰肥料区と比較区に分けて調査をしました。(図6) ピオラは灰肥料区の方が大きかったですが大きな差は見られませんでした。今後も継続して調査していきます。

(3) 森林資源のリグニン除去による飼料化の実現

私たちは、木材加工時に出る鉋屑を馬術部の敷料にしています。その際、馬術部より「馬が鉋屑を食べている。」ということを知りました。新たな、マテリアル利用として家畜の飼料にすることができないか考えました。(図7)



図7：木材を家畜の飼料へ

① 木材の煮沸実験

私たちは、木材を分解するために同じ量の角材と鉋屑を使って煮沸実験を行いました。(図8) 同じ時間煮沸してみましたが角材も鉋屑も見た目に変化はありませんでした。ただ、鉋屑の方が煮沸後のお湯の変色が濃く表れました。林業研究研修センターに確認してみるとリグニンであることがわかりました。



図8：木材の煮沸実験

② リグニン除去による飼料

日本製紙工場が紙の原料であるパルプを作る技術を使ってリグニン除去をした飼料を開発していることを知りました。早速、サンプルを取り寄せてみました。これは牛用の飼料として考えているそうですが、馬、豚、鶏など全ての家畜に対応しているということでした。繊維質が高く、家畜の便秘改善や体重、繁殖率の増加などが見込まれます。(図9. 10)



図9：木材由来の飼料

木材由来の飼料の特徴

- 1 消化が緩やかな飼料
- 2 セルロースによる高エネルギー飼料
- 3 カリウムが低い(病気予防)
- 4 ビタミンAが低い(病気予防)
- 5 安定品質・安定供給
- 6 国産飼料で飼料自給率向上

図10：木材由来飼料の特徴

③ 日本製紙工場見学

私たちは、八代市にある日本製紙八代工場を訪問しました。(図11) 紙の原料であるパルプを制作する工程で木材の硬さのもとであるリグニンを除去することで、繊維質の高い飼料を作ることができるそうです。



図11：日本製紙工場の見学

④ 元気森森による馬と牛の給餌実験

日本製紙工場より「元気森森」という木材由来の飼料を提供していただき馬術部の馬と動物コースの畜産部門の牛に給餌調査を始めました。飼料については独特の匂いがあり馬は食べますが、肥育牛に関しては嗜好性が低いようで、残す傾向が見られました。(図12. 13)



図12：飼料サンプルをいただく



図13：馬と牛の給餌調査

3 実行結果

- (1) バイオ炭の制作方法がわかり、事前にチップにすることで、炭化した後、スムーズに堆肥として活用できる。
- (2) リグニン除去により、木材を飼料として活用する可能性がある。繊維質が高い飼料ということで、酪農などに生かすことができる。

4 考察

これまで森林資源の活用法としては建築用材、紙としての活用が主でしたが、燃料や肥料、家畜飼料と大きな可能性があります。今後、バイオ炭入り肥料を活用した作物の栽培実験を始める予定です。また木材由来の飼料については、馬の疝痛予防などの可能性もあるので、今後も給餌実験を続けていきます。

5 まとめ

これからも人吉・球磨地域の豊かな森林資源を中心に据え、持続可能な農林畜産業を展開し、地域の活力にしていきたいと思えます。

画像処理技術とICT技術で林業の労働負担軽減へ

熊本県立矢部高等学校 林業科学科

3年 秋山響希 佐藤光翼

2年 岩崎凜将 高宮成弥 橋本幸宝
堀 鉄生 村上優太 山崎颯太

1 はじめに

令和3年に新しい森林林業基本計画が閣議決定されました。新たな基本計画のポイントとして、森林・林業・木材産業による「グリーン成長」を実現するための5つの政策を示し、これに取り組むとしています。その5つの政策の一つに「新しい林業」に向けた取り組みの展開があり、林業作業の省力化・軽労化や労働安全対策の強化について示されています。

図1に平成26年から令和5年までの死傷者数を死傷千人率で示しました。死傷千人率でみた上位4産業と、全産業の平均をグラフに示しています。令和5年の時点で、全産業平均はおよそ2、木材・木製品製造業、鋳業、陸上貨物運送事業では10前後の値となっていますが、林業では20以上の値となっています。

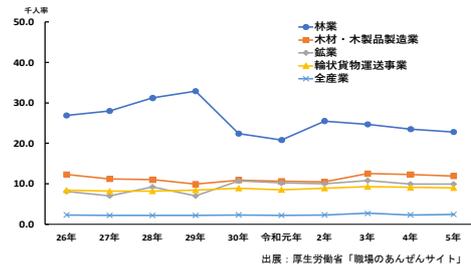


図1. 産業別の死傷千人率の推移

これらの事から、林業作業における労働負担の軽減や安全性の向上が必要だと考えました。

図2は、平成15年から令和4年までの日本における高性能林業機械の保有台数の推移を示しています。令和4年時点で平成15年と比較して約5倍の保有台数となっていることが示されています。林業では架線系集材システム、車両系集材システムが使用されます。保有台数の増加から伐倒作業や集材作業が高性能林業機械での作業に置き換わっていると考えられます。これらの事から、伐倒・集材作業の機械化は進んでおり、安全性の向上と省力化が進んでいると考えられます。

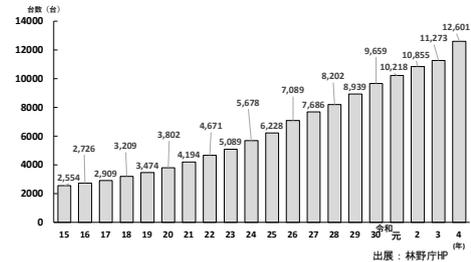


図2. 高性能林業機械保有状況の推移(令和4年度)

演習林実習において、私たちが行う立木の収穫までのプロセスを考えると、選木・伐倒・集材の3つに分けられます。森林を整備していく中で、残すべき樹木と伐倒する樹木の選木は、経験の少ない私たちには難しく、選木作業の効率化は大きな課題となりました。また、選木作業については省力化が進んでいない現状も知りました。

これらの事から、私たちは省力化が進んでいないと考えられる、選木作業について、労働負担軽減策を考案し試験を行いました。

2 試験の過程と試験方法

試験は熊本県上益城郡山都町下名連石に位置する矢部高等学校鍛冶床演習林で行いました。試験区の植生としては広葉樹ではクヌギが、針葉樹ではスギが多く生育しています。また、試験を行う前までに下刈りを行っています。

試験に使用した機器は、GPS機能付き一眼レフと輪尺、巻き尺、測量ポール、3Dモデルを作成するときに画像処理ソフトを使用しました。

試験方法について説明します。

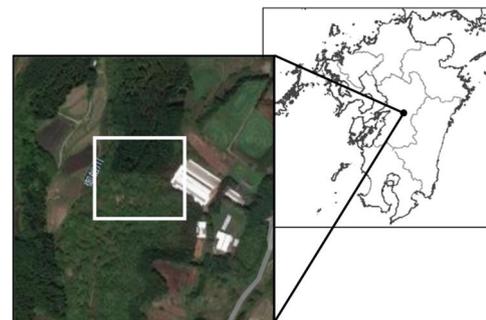
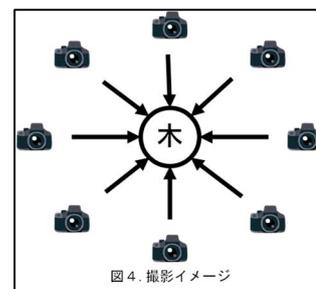


図3. 試験場所(熊本県上益城郡山都町下名連石 3062-77)

- ① 撮影対象の立木から約 1 m の距離から、撮影を行います。図 4 のように立木を中心にして、周囲から撮影を行いました。対象木の本数は、広葉樹が 10 本、針葉樹が 10 本の計 20 本を対象に撮影を行いました。この時、写真が 60 ~ 80 % 重なるように撮影を行いました。
- ② 撮影した写真を画像処理ソフトがインストールされているパソコンへ取り込み、撮影した写真から 3D モデルを作成します。一般的に、撮影した写真群の重なりが大きいほど、3D モデルが作成しやすくなると知られています。
- ③ 作成した 3D モデルをもとに、胸高直径となる部分の頂点距離を計測しました。この測定値を予測値 1 としました。また、初めに計測した位置より 90° 水平に回転した位置での計測も行いました。この測定値を予測値 2 としています。この 2 つの数値の平均値を平均予測値としました。
- ④ 撮影した写真データ群から撮影時間の算出を行いました。
- ⑤ 実測値と平均予測値の差を算出しました。今回の研究では、算出された値から 3D モデルによる胸高直径の予測について評価しています。



3 試験結果

まず、データの取得について説明します。広葉樹の No. 1 ~ No. 3 と針葉樹の No. 1 の作業時間データが取得できませんでした。そのため、広葉樹では 7 本、針葉樹では 9 本のデータをもとにしています。

撮影時間を表 1 と表 2 にまとめました。

平均撮影時間は広葉樹で 2 分 10 秒、針葉樹で 1 分 20 秒でした。針葉樹の方が 50 秒ほど短いことがわかります。

広葉樹の最小時間は 1 分 18 秒、最大時間は 3 分 18 秒で、最小時間と最大時間に 2 分の差がありました。針葉樹の最小時間は 54 秒、最大時間は 2 分 10 秒で、最小時間と最大時間に 1 分 16 秒の差がありました。針葉樹の方が立木ごとの作業時間が短いことが言えます。

図 5 に広葉樹の試験結果を示しています。今回の試験の目標値としている実測値と予測値の差が 2 cm 以内だった立木は No. 2 と No. 8 の 2 本でした。

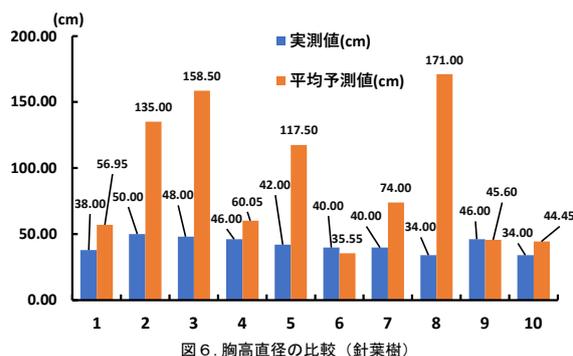
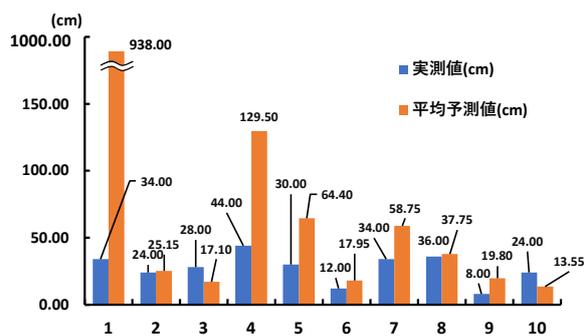
特徴として、No. 3 と No. 10 を除いて実測値と比較して平均予測値の方が大きいことがあげられます。また、実測値と平均予測値の間に実測値の 2 倍以上の差がある立木もありました。

図 6 に針葉樹の試験結果を示しています。目標値としている実測値と予測値の差が 2 cm 以内だった立木は No. 9 だけでした。

特徴としては、広葉樹と同ように実測値と比較して平均予測値の方が大きいことがあげられます。実測値の 2 倍以上の差がある立木もありました。

図 5 と図 6 の結果から、広葉樹では 2 割、針葉樹では 1 割の立木が予測可能であることがわかりました。また、両方に共通

表 1. 広葉樹		表 2. 針葉樹	
No	撮影時間	No	撮影時間
1	—	1	—
2	—	2	0:01:10
3	—	3	0:01:06
4	0:03:18	4	0:01:34
5	0:03:18	5	0:02:10
6	0:01:18	6	0:01:12
7	0:02:00	7	0:01:10
8	0:02:00	8	0:01:04
9	0:01:22	9	0:00:54
10	0:01:57	10	0:01:36
平均	0:02:10	平均	0:01:20



して、実測値に対して予測値の方が大きくなる特徴があることがわかりました。

図7と図8はプロットの3Dモデルです。試験では、10m×10mの4角形のプロットを用いました。



図7. 3Dモデル俯瞰

図7は、上空方向から俯瞰視点で見た3Dモデルのプロットを示しています。示した図で

は、地面の一部分しかモデリングされていないのがわかります。また、飛び地のようにプロットの一部分が生成されています。撮影位置が予測できず整列できていない写真が多くあり、一方向からの写真しかモデリングに使用されていないことがわかりました。



図8. 拡大した3Dモデル

図8にプロットのモデルを拡大した図を示しています。空や下層植生と立木が一つのオブジェクトとして生成されていることが確認できます。また、オブジェクトが途切れて生成されているものや、視認できないほどぼやけて生成されているものも確認されました。

4 考察

作業時間についてみると、立木の撮影には2分程度の時間が必要であり、従来の輪尺を用いた測定と比較し長時間になりました。また、広葉樹と針葉樹では撮影時間に大きく差があり、針葉樹の方が短い時間で撮影ができることがわかりました。要因としては、斜面地形により撮影時の移動が難しいこと、広葉樹は針葉樹に比べ枝ぶりが大きく、撮影に時間を要したためと考えられます。

次に立木の3Dモデリングでは、すべてのサンプルで3Dモデルが作成できました。しかし、目標としていた誤差2cm以内のサンプルは20のサンプルのうち3つだけでした。誤差の要因として、光の当たり方や風などによる3Dモデルの精度低下があげられ、GPSの誤差、写真の重なり具合や撮影者と立木との距離などが考えられます。

最後にプロットのモデリングでは、プロットではモデリングが一部分しか作成できませんでした。GPSの誤差や位置情報が取得できなかったことが要因と考えられます。また、撮影した写真の重なりが少ない、自然現象により共通の特異点が形成できない、撮影角度によっては地面が写真に写らないなどの要因が考えられました。さらに、プロットの形状についても今回は正方形に近い約10m×約10mの四角形を設定したため、立木の撮影と違い、撮影場所によって立木からの距離が大きく異なるため正確なモデリングができなかったのではないかと考えられました。

5 今後の研究

改善方法とそれを踏まえた今後の研究についてです。今回の試験結果から次の4つの改善方法を考えました。

- ①作業者の負担軽減や作業時間を短縮するために、ドローンによる撮影を行う。
- ②GPSの誤差を軽減するために、測量で使用されるマーカーやGCP（グラウンドコントロールポイント）などの目印となるものを設置する。
- ③経験が少ない人も撮影ができるように、撮影方法のマニュアルを作成する。
- ④プロットでの実験についてプロットの形状やサイズを変更する。

次に、今後の研究についてです。ドローン撮影を行うにあたり、作業時間短縮の効果測定を行う予定です。また、ドローン撮影をもとにした3Dモデルの作成について検証します。さらに、3Dモデルの誤差を軽減するための検証を行うとともに、今後も省力化・労働負担軽減を目標に新しい技術と林業の可能性を探して活動していきます。以上で矢部高等学校の発表を終わります。