

鹿児島県 森林・林業研究成果集

第16号

令和7年3月



鹿児島県森林技術総合センター

〒899-5302

鹿児島県始良市蒲生町上久徳182-1

森林・林業研究成果集第16号の発行にあたって

森林技術総合センターでは、各年度に行った試験・研究業務の内容については「業務報告」として、得られた研究成果については「研究報告」として発行しており、また、得られた成果は試験研究発表会や関係会議等において速やかに情報提供を行うなど、成果の普及に努めています。

今回、より一層広く成果の普及を図るために、その内容をわかりやすくまとめたものを「森林・林業研究成果集第16号」として発行します。

本成果集が、業務を進める上で参考となり、また、森林・林業に対する理解を深める一助になれば幸いです。

鹿児島県森林技術総合センター

所長 的場 吉郎

目 次

【育種・造林】

- スギ特定母樹等の初期成長特性と下刈回数の削減について . . . 2～3
- 不採算人工林を針広混交林へ誘導する施業方法の確立に向けた研究 . . . 4～5
- コンテナ容器等による実生育苗に関する研究 . . . 6～7

【特産】

- 帯状伐採による効率的な竹材生産技術 . . . 8～9
- たけのこの発生と積算気温・積算地温の関係
ーモウソウチクでの実証ー . . . 10～11

スギ特定母樹等の初期成長特性と下刈回数の削減について

1 背景・目的

本県の人工林の約半数は、主伐可能な時期を迎えています。造林・保育のコスト高、労働力の不足、優良苗木の確保などの問題から、再造林率は5割程にとどまっています。今後、主伐及び植栽による更新を確実にし、資源の循環利用を進めるためには、造林、保育作業を省力化及び低コスト化するための技術開発が必要です。

そこで、成長に優れた特定母樹等の苗木を活用した保育作業の低コスト化技術を開発するため、スギ特定母樹等の樹高や下刈前時点の雑草木との競合状況を調査し、立地が成長に及ぼす影響の把握や、下刈回数削減の検討を行いました。

2 成果

真黒平及び高牧試験地の4成長期までのスギ特定母樹等の調査結果は以下のとおりです。

(1) 樹高成長

真黒平試験地の樹高成長は県西臼杵4号、県始良3号、九育2-203が良好な成長を示しました。(図1) 成長期毎の樹高成長は1成長期では系統間の差は小さく、2～3成長期で、上記の成長のよかった3系統の成長量が他系統に比べて大きくなりました。(図2)

また、県始良3号について立地(植栽位置)の違いによる樹高成長を比較したところ、1成長期では差はありませんでしたが、2成長期以降は谷側平坦地がよい成長を示しました。(図3)

高牧試験地における樹高成長は、全ての系統で真黒平試験地の半分以下の成長になり、特に真黒平試験地で成長のよかった県西臼杵4号は最も低くなりました。(図4)

これらのことから、系統により初期成長量が異なり、特定母樹の中でも成長に優劣が確認されました。また、同じ系統であっても立地の違いが樹高成長に影響することがわかりました。

(2) 雑草木との競合状況

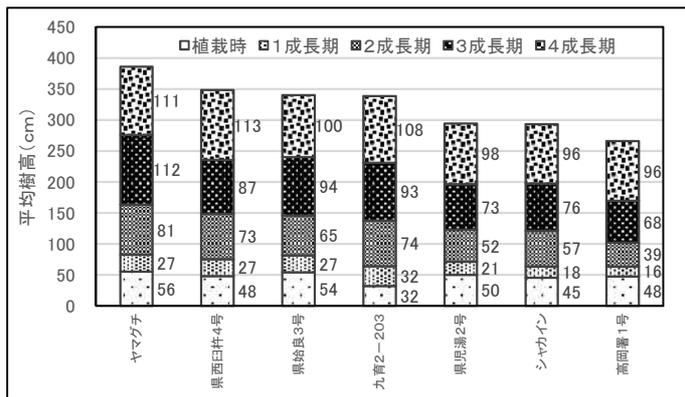
植栽木と周囲の雑草木との競合状況について4段階に分類した評価結果は、すべての系統では下刈が必要とされるC3、C4の割合が植栽2年目は約18%であったものが植栽4年目では約4%となりました。(図5) 特に県始良3号は、植栽4年目でC3、C4の割合が0%となり(図6)、樹冠の半分以上または梢端が周辺の雑草木から露出していることから、植栽4年目の下刈の省略が可能と判断することができました。

3 成果活用の方

下刈回数は、初期成長の良い系統の苗木を植えることや立地条件の良い場所(従来のスギでも成長の良い場所)で削減することができます。

ただし、雑草木は場所により構成が異なり、さらに経過年数によってその構成や成長量も変化します。特に競合する雑草木が落葉広葉樹(アオモジ、アカメガシワ等)の場合、下刈りを終了するとその樹高も年々高くなり、再び植栽木を被圧する恐れがあるため、下刈終了の判断は、数年間競合状況を観察し、被圧の恐れがないことを確認することが必要です。

(森林環境部 小林龍一・穂山浩平)



特定母樹：県西臼杵4号，県始良3号，九育2-203，
 県児湯2号，高岡署1号
 在来品種：シャカイン，ヤマグチ

図1 スギ特定母樹等の平均樹高 (真黒平)

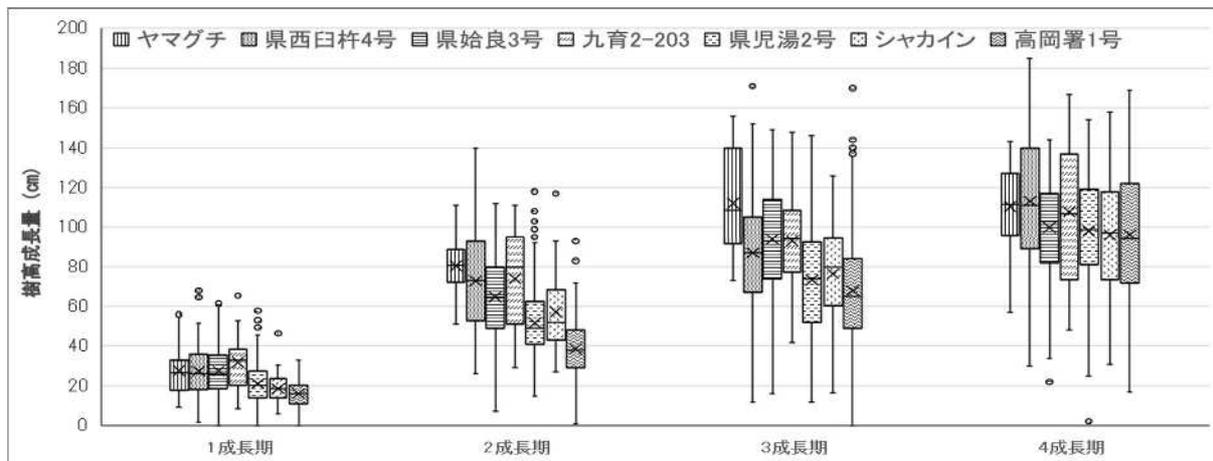


図2 成長期毎の系統別樹高成長量 (真黒平)

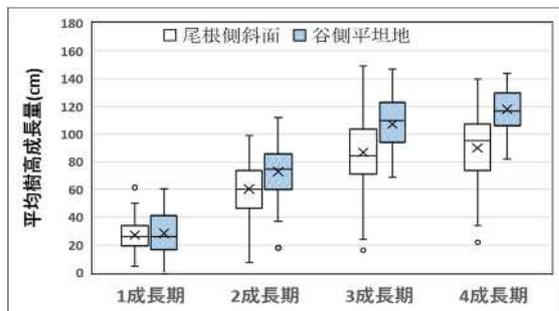


図3 植栽位置と平均樹高成長量 (県始良3号)

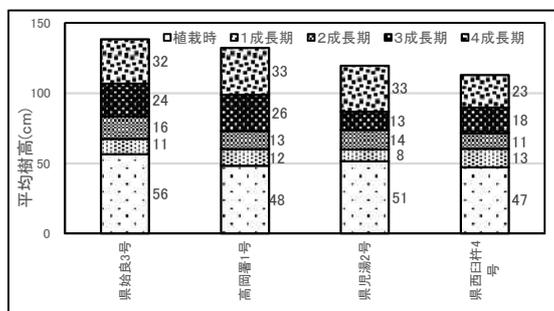


図4 スギ特定母樹の平均樹高 (高牧)

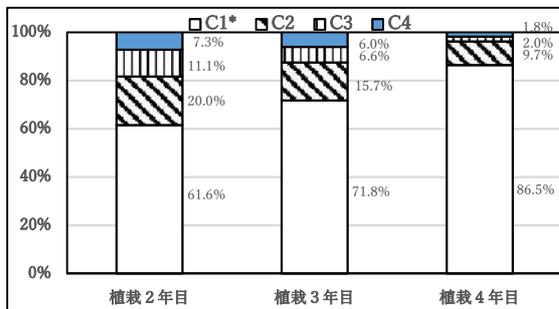


図5 雑草木との競合状況(全系統:真黒平)

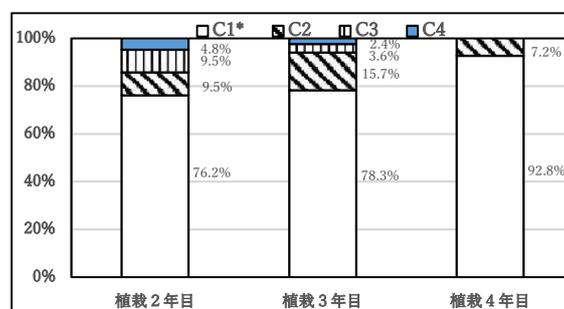


図6 雑草木の競合状況(県始良3号:真黒平)

雑草木との競合状況は、各年の7月下旬前時点の状況を表す。

- *C1：植栽木の樹冠が周辺の雑草木から半分以上露出している。
- C2：植栽木の樹冠の半分以上が周辺の雑草木に覆われているが、梢端は露出している。
- C3：植栽木と雑草木の梢端がほぼ同じ高さにある。
- C4：植栽木が雑草木に完全に覆われている。

不採算人工林を針広混交林へ誘導する施業方法の確立に向けた研究

1 背景・目的

森林経営管理制度のもと、市町村が経営管理権を設定する不採算人工林（林業経営に適さない森林）については、速やかに公益的機能を重視した森林（針広混交林等）へ誘導する必要があります。しかし、不採算人工林は立地条件等によって様々な植生型があるにもかかわらず、植生型ごとに応じた目標林型と、そこに誘導するための施業方法は明らかになっていません。そこで、林業専門職が不在である市町村の業務をサポートするため、専門技術を要しない簡易な林況の把握や目標林型に向けた施業方法等の判断技術を確立するための研究を行いました。

2 成果

植生型の類型化及び目標林型の設定を行うための植生調査と、針広混交林化に適した植栽樹種として選定したムクロジの評価を行うための植栽試験及び発芽試験を実施し、以下のことが明らかとなりました。

(1) 植生調査

県内のスギ・ヒノキ人工林 167 箇所において植生調査を実施し、得られたデータから植生型の類型化を行いました。また、針広混交林や天然生林についても植生調査を行い、その結果を参考にして各植生型の目標林型と誘導手法を設定したところ、スギ人工林がナチシダ型、クスノキ科型、シイ・カシ型の3つの植生型に、ヒノキ人工林がウラジロ型、シイ・カシ型の2つの植生型に類型化されました（図1、図2）。さらに、各植生型における目標林型をスギ人工林で夏緑広葉樹型、クスノキ科型、シイ・カシ型に、ヒノキ人工林でシイ・カシ型とし、これら目標林型への誘導手法として、造林劣勢木の全伐や抜き伐り、ブナ科高木種等の植栽を設定しました。

(2) 植栽試験

同時期にムクロジ、チャンチンモドキ、アラカシの3樹種を植栽して、シカによる採食被害率を調査したところ、チャンチンモドキ、アラカシでは90%を超えたのに対し、ムクロジでは10%程度となりました（図3）。また、2成長期後までの樹高成長量を調査したところ、ムクロジの平均樹高が他樹種と比較して30~40cm程大きくなりました（表1）。これらのことから、ムクロジはシカによる採食被害を受けにくいと、シカ生息地における初期成長が他樹種と比較して有利であることが示唆されました。

(3) 発芽試験

播種前処理としてムクロジの種子に沸騰浸漬等の処理を施し、その後の27週目までの累積発芽率を調査したところ、無処理区（屋外）で約35%となったのに対し、研磨処理区では約97%となったことから、研磨処理が発芽率を大幅に向上させることが分かりました。

3 成果活用の考え方

不採算人工林は、人工林内の劣勢木の抜き伐り（収量費数比数 0.5~0.6）と前生樹の保護を行い、光環境を改善することで下層木の成長を促し、針広混交林へ誘導することができます。しかし、樹木の成長が良くないと考えられる水田跡地などの過湿地帯や、不採算人工林の近くにブナ林が存在せず種子の供給が見込めない場所などで針広混交林へ誘導するには、劣勢木の全伐と広葉樹の植栽も必要となり、この場合、植栽樹種としてシカ不嗜好性で成長も早いムクロジを選択することで、植栽後の広葉樹の定着を安定させることが可能と考えられます。

（森林環境部 畠中雅之・脇田智矢）

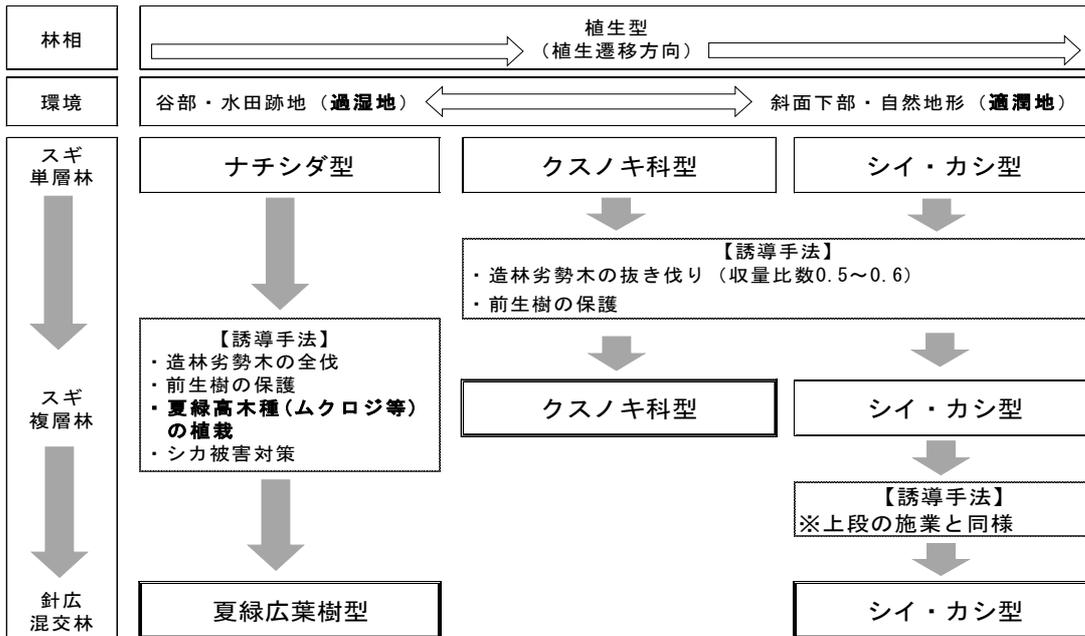


図1 スギ人工林の植生型に対応した目標林型と誘導手法

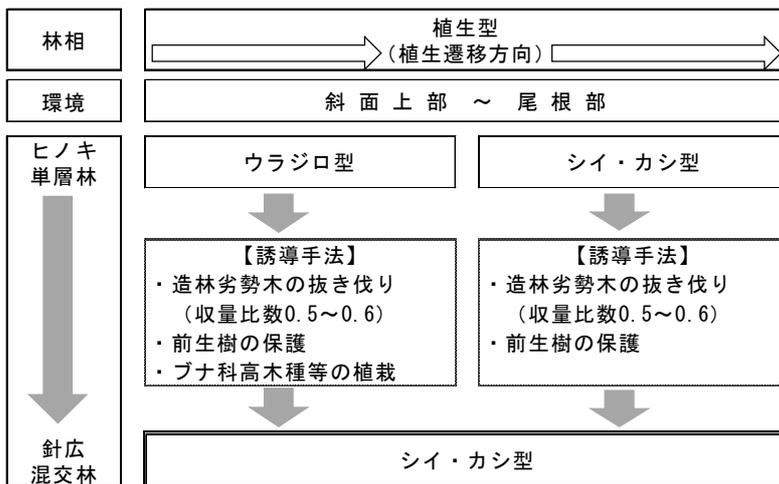


図2 ヒノキ人工林の植生型に対応した各目標林型と誘導手法

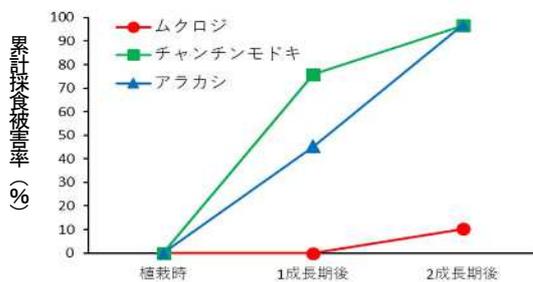


図3 植栽後の累計採食被害率

表1 植栽後の樹高成長 単位 (cm)

植栽樹種	植栽時	1成長期後	2成長期後
ムクロジ	18.0±4.1	48.7±20.3	83.8±36.7
チャンチンモドキ	34.1±5.8	48.4±17.1	45.4±16.5
アラカシ	16.7±4.0	39.3±8.3	54.7±17.4

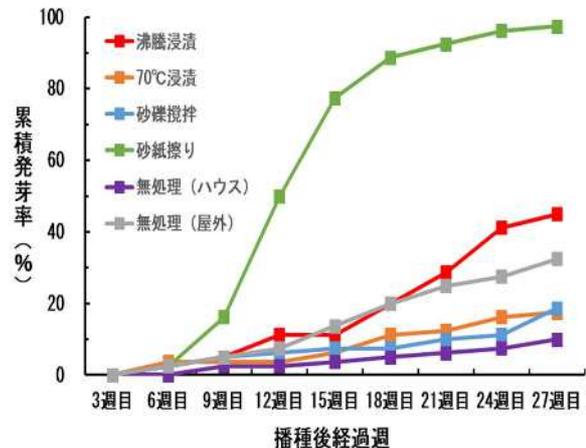


図4 各処理後の累積発芽率

コンテナ容器等による実生育苗に関する研究

1 背景・目的

スギの造林用苗木については、植栽時期を選ばない等のメリットを持ったコンテナ容器等による育苗技術が確立され、再造林の現場での使用が進んでいます。一方、広葉樹は従来からのポリエチレン製ポット等による育苗が一般的であるが、容器内で主根が渦巻き状に形成され（写真1）、正常な発達が阻害される場合があり、植栽後の成長に悪影響を及ぼすことが問題視されています。そこで、スギのコンテナ苗生産で得られた知見を広葉樹に応用し、広葉樹の実生苗をコンテナ容器で育苗し、主根の健全な発達を伴う小型で容易に植栽できる形状の苗木の生産方法について研究を行いました。

2 成果

研究内容として、①コンテナ容器等の検討（コンテナ容器の種類、容量）、②培地組成の検討（培地基質と保水剤との組合せ及びその配合割合）、③肥培の検討（緩効性肥料の種類、施肥量）、④コンテナ容器等への直接播種の検討（移植の際の労力・根の損傷等の軽減）を行いました。

（1）異なる施肥条件での成長量の比較

アラカンをシート型コンテナ容器（Mスター）に播種し、元肥として溶出期間180日の緩効性肥料を培土1リットル当たり7グラム配合した場合、1成長期後にはスギコンテナ苗の山行苗規格相当（苗高35cm以上、根元径5mm以上）の成長が見られました（図1）。

（2）溶出期間の異なる緩効性肥料を用いた成長量の比較

アラカンをマルチキャビティコンテナ（300cc）に播種し、元肥として溶出期間180日と700日の緩効性肥料をそれぞれ培土1リットル当たり7グラム配合して比較した場合、1成長期後の苗木の成長量は、180日タイプが700日タイプより良い結果が得られました。また、それぞれに180日タイプの肥料を1孔当たり1.2グラムの追肥し、2成長期後の苗木の成長量を比較した場合でも、180日タイプが700日タイプより良い結果が得られました（表1）。

（3）種子サイズによる成長量の比較

大粒種子は小粒種子よりも早く発芽・展葉し、1成長期後の平均苗高と平均根元径も大きくなるのが分かりました。また、1成長期後に同肥料を1孔当たり1.2gまたは0.6g追肥したところ、2成長期後の成長量も追肥量の多少にかかわらず、大粒種子が小粒種子よりも平均苗高、平均根元径ともに大きくなりました。

アラカンでは、大粒種子が小粒種子よりも大きな苗づくりに有利であり、大粒種子を用いた育苗では、溶出期間180日の緩効性肥料を元肥7.0g/L、追肥1.2g/孔施用すれば、2成長期後に多くの苗木がクヌギの山行苗木規格である苗高50cm、根元径7mmに達することが示されました（図2）。

3 成果活用の考え方

広葉樹コンテナ苗の生産には、①種子は大きいものを選ぶ。②育苗箱で発芽させ容器に移植する。③容器は苗の個体差に応じて配置を換えられるMスターを使用する。④培地はココヤシ殻とパーミキュライトを9対1の割合とする。⑤元肥として緩効性肥料を培地1リットル当たり7グラム配合する。⑥苗木の状況に応じて追肥（液肥）をする。という条件が適しています。なお、広葉樹造林を行う場合は、遺伝子攪乱を防ぐため植栽地周辺の自生個体群由来の地域性苗木を用いるなどの配慮が必要です。

（森林環境部 片野田逸朗・福村寛之）



写真1 ルーピング（サークリング）現象



写真2 広葉樹コンテナ苗の生産状況

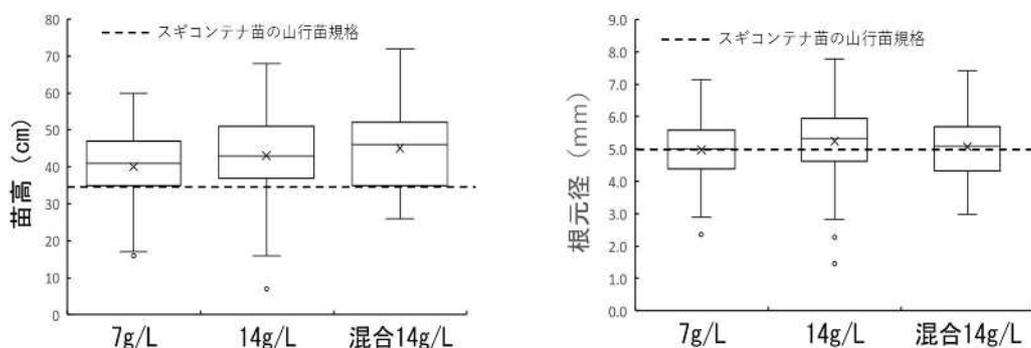


図1 アラカシコンテナ苗の1成長期後の苗高と根本

表1 アラカシコンテナ苗の1成長期後と2成長期後の成長量

試験区	元肥	1成長期後 (2022.2.25 測定)			追肥 (2022.4.13 ~14 実施)	2成長期後 (2022.12.23 測定)			苗高 成長率 (A/B)
		測定 本数	苗高 (A) (cm)	根元径 (mm)		測定 本数	苗高 (B) (cm)	根元径 (mm)	
①	180日	23	35.3±6.07 a	5.3±0.51 a	180日 0.6g/孔	12	56.3±13.24 ab	7.0±1.28 a	1.7±0.32 b
②	7.0g/L	23	32.9±4.19 a	4.8±0.65 b	180日 1.2g/孔	21	65.7±8.80 a	6.7±0.95 a	2.0±0.36 a
③	700日	24	23.3±3.89 b	4.4±0.46 b	—	24	51.2±10.60 b	6.9±1.09 a	2.2±0.51 a
④	7.0g/L	24	21.2±3.46 b	4.5±0.57 b	180日 1.2g/孔	13	50.4±10.98 b	6.4±1.18 a	2.5±0.69 a

注1) 表中の数字は平均値±標準偏差 (測定本数を除く)

注2) 異なるアルファベットは有意差があることを示す (Bonferonni補正を行ったMann-WhitneyのU検定, $p < 0.05$)

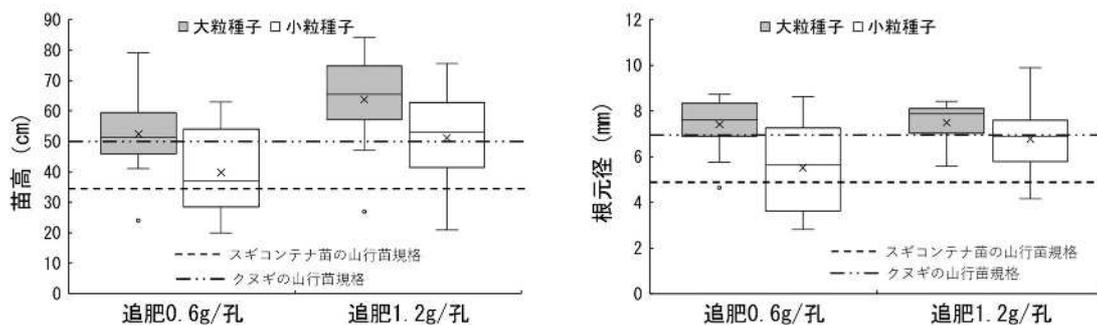


図2 大粒種子と小粒種子の2成長期後の苗高と根本径

帯状伐採による効率的な竹材生産技術

1 背景・目的

竹林面積・竹材生産量ともに日本一の本県では、竹材生産量の約7割をパルプ用竹チップとして利用していますが、近年では、竹材を持続可能な自然素材として、CNFやバイオ炭などの新たな利活用の動きがあります。一方、竹林所有者の高齢化等による竹林の管理放棄や侵入竹の面積拡大が問題になっています。そこで、効率的な竹材生産技術を検討するために放置竹林において伐採幅を変えた帯状伐採の労働生産性と伐竹後の竹再生調査を行いました。

2 成果

3か所（真黒、西浦、北）のモウソウチク放置竹林において、抜き伐り区と伐採幅を5m、7m、10mに変えた帯状伐採区を設け、チェーンソー、ナタ、ノコギリにより伐竹・造材を行い、斜面下にある作業道まで集材しました（写真1）。造材は元口から3.5m間隔で末口径5cmまで玉切りしました。西浦と北試験地では伐採区の両脇3mの残地に枯竹・枝条の棚積みスペースを設けました（写真2）。北試験地では、従来の稈末口5cmまでの枝払いより枝払い回数を少なくした区（元口から4本までの枝払いの区）を設けました。

(1) 効率的な伐採幅と棚積みスペースの設置

5m幅帯状区は抜き伐り区（1,600本/ha仕立て）と労働生産性が変わらなかったものの、7m幅・10m幅帯状区は抜き伐り区に比べて労働生産性が高く、中でも北試験地の7m幅帯状区は最も高い251kg/人時となりました（表1）。また、西浦、北試験地において伐採区の両脇3mの残地を棚積みスペースとした結果、真黒試験地より枯竹・枝条処理の作業効率を向上することができ、労働生産性を高めることができました。

(2) 枝払い省力化

胸高直径13cmの竹を末口径5cmまで枝払いする場合、約16本の枝を払う必要があります。枝払い本数を元口から4本までにすることで立竹1本あたりの竹材生産量は4kg減少しますが、造材の作業効率は47秒/本速くなり、造材生産性も21kg/時に向上しました（表2、図1）。

(3) 伐竹後の竹林の再生

伐竹後3年目までの10m幅帯状区の新竹成立密度は、抜き伐り区と変わらないことが確認されました（図2）。また、10m幅帯状区の新竹の胸高直径は、伐竹後4年目には伐竹前の直径に戻っていました（表3）。

3 成果活用の考え方

効率的な竹材生産には、従来の抜き伐り伐採よりも7～10m幅の帯状伐採のほうが、労働生産性が高くなります。

また、伐採区の両脇3～5mの残地を棚積みスペースとすることで枯竹・枝条処理の時間を短縮することができ、枝払いを元口から4本までに制限することで、造材の作業効率が向上します。

（資源活用部 瀧田肇次）



写真1 斜面下への集材状況



写真2 棚積み状況
(手前：伐採区, 奥：棚積みスペース)

表1 各伐採区の伐竹・造材の労働生産性(kg/人時)

試験地	抜き伐り	5m幅帯状	7m幅帯状	10m幅帯状
真黒	151	146	149%増	225
北	222	113%増	251	
西浦	212	117%増	247	

表2 枝払い省力化による造材生産性の比較

	立竹1本あたり 竹材生産量	造材 作業効率	造材 生産性
通常区	36.1kg/本	306秒/本	425kg/時
省力化区	32.1kg/本 ↓4kg少ない	259秒/本 ↓47秒速い	446kg/時 ↓21kg多い



図1 枝払い省力化の模式図

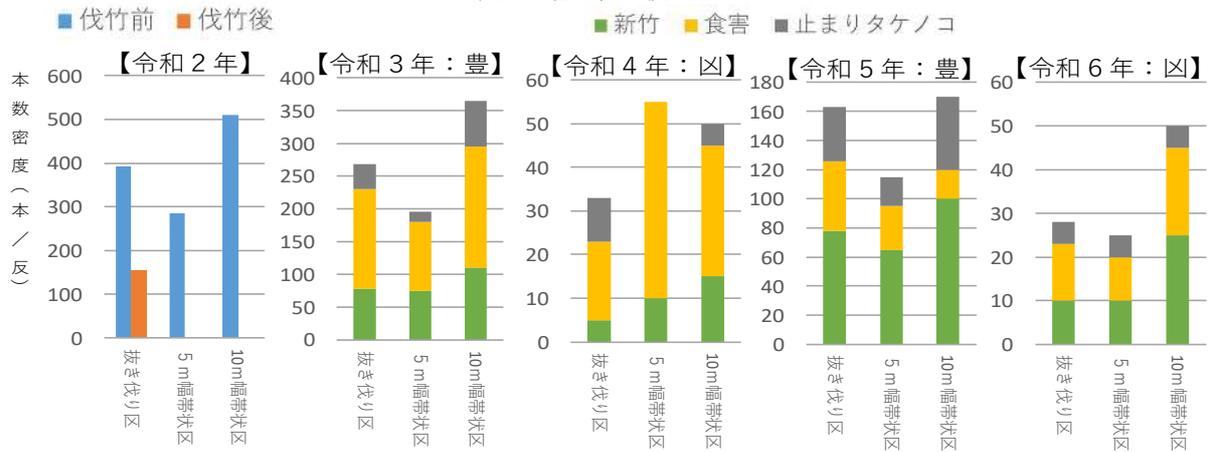


図2 伐竹後4年目までのたけのこ発生密度(本/反)

表3 伐竹後の新竹胸高直径(c m)

	伐竹前	令和3年	令和4年	令和5年	令和6年
抜き伐り区	11.8±1.7	10.8±3.1	11.9±0.6	11.3±2.2	12.4±1.7
5m幅帯状区	11.7±1.6	10.6±1.7	9.6±0.5	10.5±2.8	12.4±1.0
10m幅帯状区	11.7±2.0	9.0±3.2	9.2±2.9	9.8±3.4	11.5±1.3

値は平均値±標準偏差

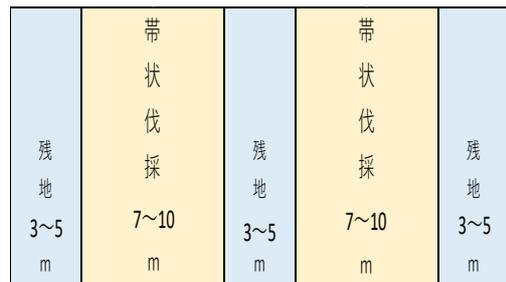


図3 効率的な帯状伐採の配置図

たけのこの発生と積算気温・積算地温の関係

— モウソウチクでの実証 —

1 背景・目的

本県では温暖な気候を利用し、全国で最も早い「早掘りたけのこ（モウソウチク）」を10月中旬頃から出荷しており、青果市場等において高値で取引されている。そのため、少しでも単価の高い時期に多く発筍させることが望まれています。モウソウチクの発筍時期と温度には関係性があることが知られており、発筍最盛期を予測するための指標として積算気温と積算地温を4年間調査しました。

2 成果

調査は、始良市蒲生町上久徳にある260㎡のモウソウチク林で実施しました。調査地の立竹は82本（立竹密度3,154本/ha）で、平均胸高直径は約9cmでした。調査期間は2020年10月21日から2024年4月30日までの4回の発筍期間を調査しました。気温と地温の測定は、おんどとりTR42を使用し、調査地の中央部（気温は地上1.5mの高さ、地温は地下10cmの深さ）で1時間ごとに自動計測しました。積算温度の計算は、1日24回の温度の平均値を1日の平均温度とし、10月21日からの平均温度を積算しました。たけのこの発生調査は、12月から翌年4月の間、発筍数を調査しました。毎年、3月下旬頃から18本の親竹候補を残し、その他のたけのこは適時掘り取った。

(1) 発筍時期と積算気温・積算地温の関係

2021年から2024年の積算気温・積算地温と各年の発筍数を図1に示します。2021年の発筍最盛期は他の年に比べ早かったことがわかります。3月時点の積算気温が2022年は2021年に比べて200℃ほど低かったことが要因として考えられます。2023年と2024年は2021年と同じ積算気温の推移を示していましたが、3月時点の積算地温が、2021年より低かったことが要因として考えられます。

(2) 発筍最盛期の積算気温・積算地温

各年の発筍数を100とした場合の発筍割合と積算気温・積算地温との関係を図2に示します。積算気温よりも積算地温の方が発筍割合の年によるバラツキが小さいことがわかります。このことは発筍最盛期を知る指標として積算気温より積算地温の方がより精度が高いことを示唆しています。発筍数の中央値である発筍割合50%を発筍最盛期と考えた場合、積算気温1,550～1,750℃、積算地温2,100～2,150℃が本県の発筍最盛期と推察されます。

3 成果活用の方

たけのこの掘り取りや出荷のタイミングは、竹林内の気温や地温を継続的に計測し、発筍最盛期（積算気温1,550～1,750℃、積算地温2,100～2,150℃）を把握することで、見極めることが可能となります。

また、地温は気温よりも発筍時期と関係性が高く、気温に比べ微地形や竹林の管理方法次第で高低差が生じやすいため、5月頃のウラ止めやマルチ資材の使用など、冬期の地温を上昇させることで、早掘りたけのこの発生に活用できます。

(資源活用部 濱田肇次)

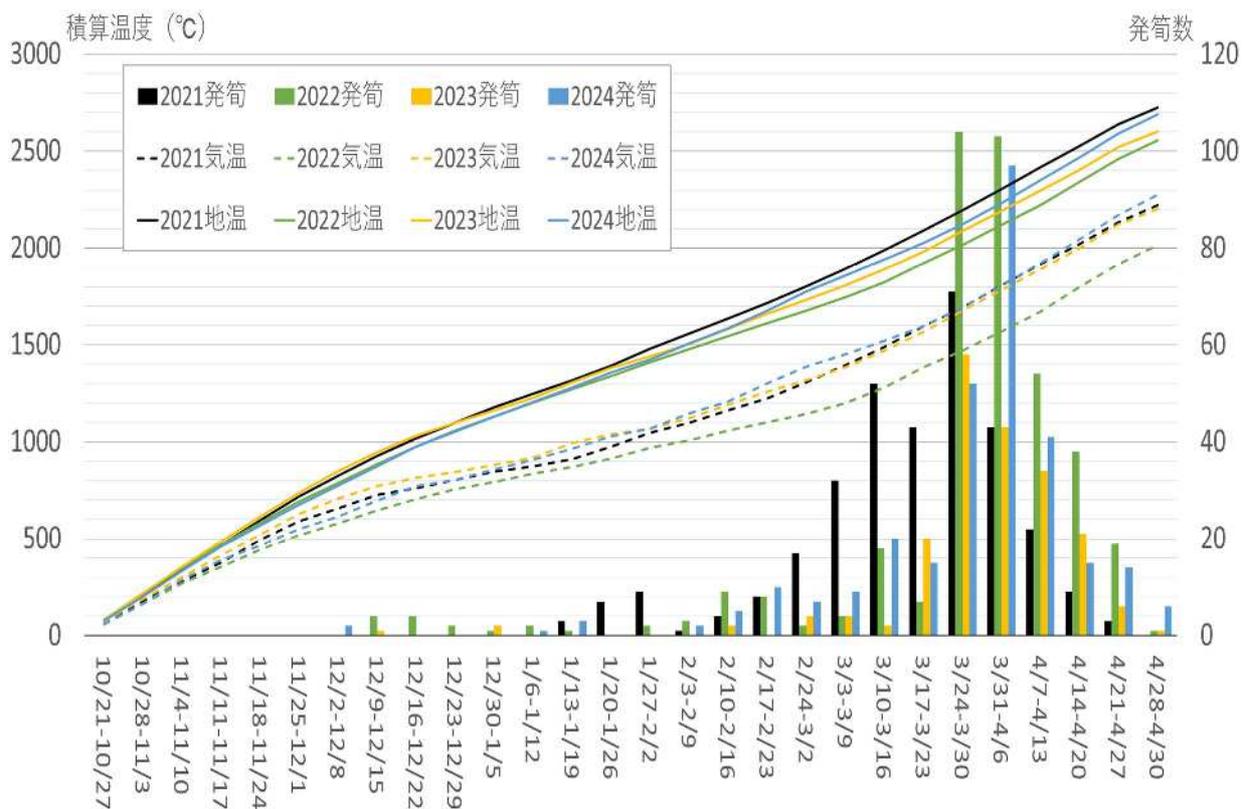


図1 2021～2024年の積算気温・積算地温と各年の発筈数

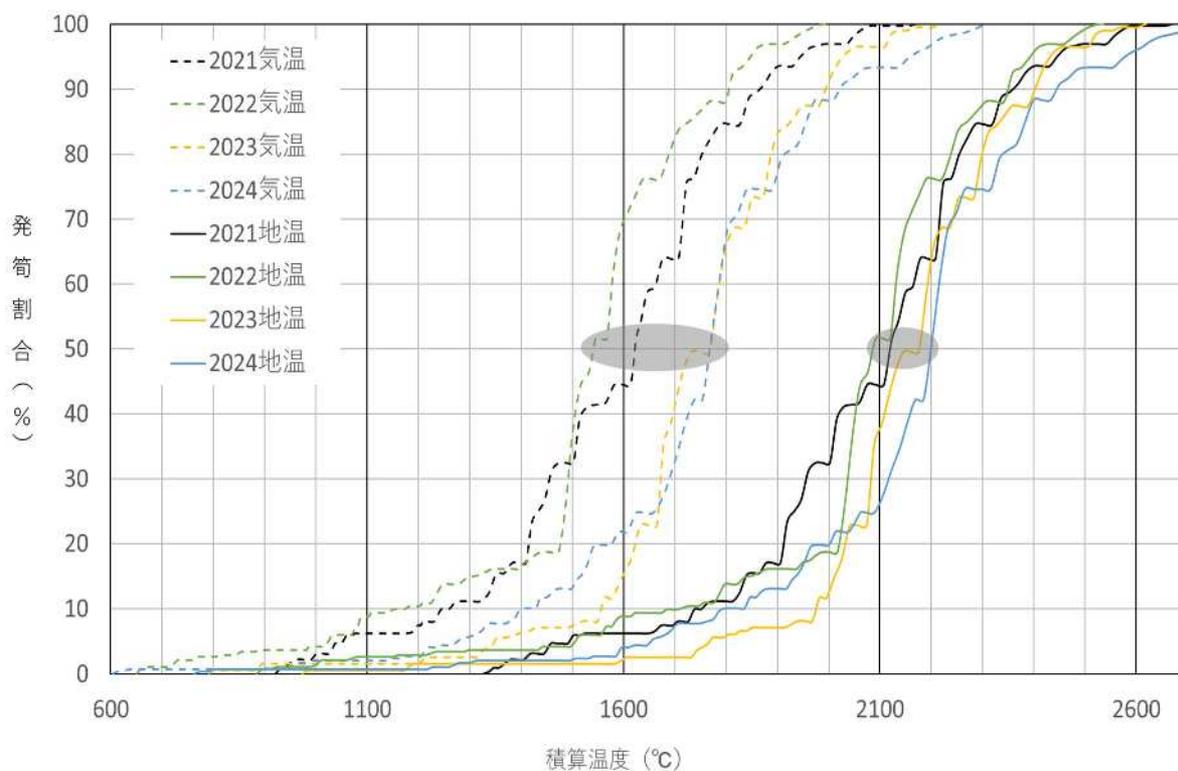


図2 2021～2024年の積算気温・積算地温と各年の発筈割合