

事業区分	経常研究(応用)	研究期間	平成21年度～平成25年度	評価区分	事後評価
研究テーマ名	人工林資源の循環利用を可能にする技術の開発				
(副題)	(育林初期のコスト低減と下層木誘導)				
主管の機関・科(研究室)名	研究代表者名	農林技術開発センター 森林研究部門 清水正俊			

<県総合計画等での位置づけ>

長崎県総合計画	2. 産業が輝く長崎県 政策4. 力強く豊かな農林水産業を育てる (7) 基盤技術の向上につながる研究開発の展開
科学技術振興ビジョン	第3章. 長崎県の科学技術振興の基本的な考え方と推進方策 2-1. 産業の基盤を支える技術 (3) 成長分野への展開
ながさき農林業・農山村活性化計画	- 2 業として成り立つ所得の確保 生産コストの低減による農林業者の所得向上 - 2 快適で安心に暮らせる農山村の構築 農山村の持つ多面的機能の維持

1 研究の概要(100文字)

低密度植栽と下刈り方法改良による育林初期のコスト低減技術、並びに 人工林内に下層木を効率的に誘導する技術の開発により、本県の林業経営基盤を強化し、森林の持続的活用と生活環境の保全の実現を目指す。	
研究項目	育林初期における新たなコスト低減技術の開発 林地生産力維持のための効率的な下層木誘導技術の開発

2 研究の必要性

1) 社会的・経済的背景及びニーズ	人工林資源の循環利用は林業経営の維持、地域雇用の創出、及び森林の公益的機能発揮のために重要である。これまで人工林は柱材を目的にして育ててきたため、3,000本/ha植栽後に丁寧な下刈りを行い、木を通直に育てる必要があり、その結果育林コストが高んできた。近年は材価の低迷により伐採後の育林コストが賄えないため、再生林が進んでいない。しかし、最近では加工技術の発達により通直な木でなくても、合板や集成材での利用が可能になってきている。このことから現場では低密度の植栽と粗放な下刈り作業による低コスト育林技術開発が強く求められている。また、下層木が乏しい人工林内でおこる表土流亡は林地の生産力を下げ、植栽木の成長が低下する。特に本県の主要な樹種であるヒノキは落葉が細くなるため、スギに比べて表土流亡が著しい。植栽木の成長が低下することは主伐時の材の収穫量の減少となり、人工林の循環利用にとって望ましくないため現場では人工林内に下層木が生育するための条件を林分ごとに明らかにし、下層木を効率的に誘導する技術開発も強く求められている。
2) 国、他県、市町、民間での実施の状況または実施の可能性	九州各県はスギが多く植栽されており、主にスギを対象にした研究が行われている。そのため、ヒノキが多く植栽されている本県とは条件などが異なっている。また国、他県とも人工林内の下層木の誘導法についての研究は進んでいない。

3 効率性(研究項目と内容・方法)

研究項目	研究内容・方法	活動指標	項目	H	H	H	H	H	単位
				21	22	23	24	25	
	植栽本数別コスト、成長量比較調査	試験区数	目標 実績	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	箇所
	下刈り方法別コスト、成長量比較調査	試験区数	目標 実績	2 2	2 2	2 2	2 2	2 3	箇所
	林地生産力維持判定の基準作成のための現地調査	調査箇所数	目標 実績	25 11	50 51	/	/	/	箇所
	林地生産力維持判定の基準の実証試験	試験区数	目標 実績	3 0	9 8	9 8	9 8	9 8	箇所
	下層木誘導に向けた広葉樹(郷土樹種)の照度・樹種別成長量調査	試験区数	目標 実績	1 1	3 4	3 4	3 4	3 4	箇所

1) 参加研究機関等の役割分担

林務関係地方機関の普及員: 試験地の設定や現地調査補助、森林所有者への普及
 林業公社・森林組合: 試験地の設定や現地調査補助

2) 予算

研究予算 (千円)	計 (千円)	人件費 (千円)	研究費 (千円)	財源			
				国庫	県債	その他	一財
全体予算	39,982	32,164	7,818	3,422			4,396
21年度	4,780	2,780	2,000	1,000			1,000
22年度	3,817	2,798	1,019	509			510
23年度	10,582	8,951	1,631	683			948
24年度	10,497	8,913	1,584	615			969
25年度	10,306	8,722	1,584	615			969

(研究開発の途中で見直した事項)

4 有効性

研究 項目	成果指標	目標	実績	H	H	H	H	H	得られた成果の補足説明等
				21	22	23	24	25	
~	「育林初期のコスト低減技術および、下層木誘導技術」についてのマニュアル作成	1							再造林での育林コスト低減、ヒノキ林への下層木誘導。

1) 従来技術・先行技術と比較した新規性、優位性

研究項目 : 低密度植栽と下刈り方法との組み合わせによる、育林初期のコスト低減技術はまだない。
 研究項目 : 人工林内に下層木(高木類の広葉樹)が存在することで、表土流亡を抑制する効果が高くなることは明らかにされているが下層木を林内へ効率的に誘導する技術はまだない。

2) 成果の普及

これまでの研究成果

育林初期における新たなコスト低減技術の開発

・本数別に植栽作業にかかる費用を調査したところ、3000本/ha区に比べて1500本/ha区では平均で約34%、1000本/ha区では平均で48%減となり、植栽本数を減らす事で低コスト化が可能となるが、林地の条件によってその効果には差がある(図1)。

・植栽後4年目までの下刈り方法別(全刈り、交互刈り、冬季刈り)の作業費用を比較した結果、交互刈りが全刈りに比べて作業費用が平均で約45%減らせる結果が得られた(図2)。

・植栽後の成長量は、交互刈りは全刈りと差がなかった。しかし、冬季刈りは成長が悪くなった(図3)。今回の試験の結果から「植栽本数減」と「交互刈り」を組み合わせることで育林初期のコストを下げ、樹高成長も確保できるが、枯死などを考慮すると植栽本数は1500本/haが適当と考えられる。

林地生産力維持のための効率的な下層木誘導技術の開発

・目視によって、林地生産力が維持されている状態を「A」、下層木はあるが林地生産力を維持するには不十分な状態を「B」、下層木が少なく林地生産力が低下している状態を「C」とし、樹冠被覆率で区分すると、「A」は被覆率80%以上、「B」は80~30%、「C」は30%未満となった(図4)。

・下層木が少ないヒノキ林から採集した土壌からの埋土種子の発芽は観察されなかったため、ヒノキ林によっては間伐後、植栽・播種で下層木を導入する必要がある。そのため本数間伐率(定性間伐)約50%程度のヒノキ林へクヌギの植栽・播種試験を実施したが多くが枯死した。この原因はクヌギには光環境が不十分であったため、植栽・播種を実施する場合には樹種に応じて光環境を改善する必要がある。

・ヒノキ林内で広葉樹(ヤブツバキ・ヒサカキ)が多く侵入している場所の相対照度は平均で6.7%、ない場所は平均5.4%であった。このヒノキ林では間伐を行うことで下層木が増えると思われる(表1)。

・間伐後のヒノキ林内のスダジイの幼樹は、種子源からの距離が約30m程度の範囲に分布していた(図6)。そのため、種子源が人工林から30m内にあると、間伐によって林地生産力を維持することが可能となる。

・以上の結果をまとめ、林地保全のための下層木の育成方法を作成した(別添資料1)。

研究成果の社会・経済への還元シナリオ

マニュアルを作成し、普及員とともに森林組合・森林所有者へこの成果を伝え、育林初期の低コスト化を図り、林地保全のために間伐・植栽・播種を推進する。

研究成果による社会・経済への波及効果の見込み

・経済効果: ヒノキ林の生産力を維持させて、低コストで再造林を行うことで、持続的な人工林資源の循環システムの構築につながり、本県の林業に貢献する。

・社会効果: 公益的機能を発揮しながら、森林を持続的に活用することが可能になることで県民の生活環境の保全につながる。

種類	自己評価	研究評価委員会
事前	<p>(20年度) 評価結果 (総合評価段階:A)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性:S 森林資源の循環利用は林業技術の継承・地域雇用の創出及び森林の公益的機能発揮のために重要である。そのため育林コスト全体の約40%を占めている育林初期の低コスト化が必要である。また、林分の生産力を維持するため土砂流出を抑制するには、中高木の広葉樹を林分内に誘導することが必要であることが明らかになりつつあるが、効率的な誘導技術はまだ解明されていない。このような背景から、新たな育林技術の開発が急務である。 ・効率性:A 現地調査等は、各地方機関や関係市町、森林組合、林業普及員などの協力のもとで、また、試験地設定は、現場担当者等と連携して実施する。 ・有効性:S ①植栽本数及び下刈り方法の検討による育林初期のコストの低減と②下層木の人工林への効率的誘導法の開発の2点の技術開発により本県の人工林の森林資源の循環利用および公益的機能発揮の実現は十分可能であると思われる。 ・総合評価:A 森林資源の持続的活用をはかることで本県の林産業の振興及び森林の公益的機能発揮を実現し、県民の安全安心な生活環境の構築にも寄与できるため、この課題は是非とも取り組まなければならない。 	<p>(20年度) 評価結果 (総合評価段階:A)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性:S 現在の日本の林業情勢を考えると粗放な育林システムの技術開発は必要と考える。 ・効率性:A 試験に用いる植栽本数の根拠が不明確だが、調査手法としては妥当と考える。ただし、「効率的な下層木誘導技術の開発」における調査期間は短縮すべきと考える。 ・有効性:A 林業活性化のみならず環境保全の面からも有効な技術となることを期待する。 ・総合評価:A 5年間の研究期間で技術開発(マニュアル作成)まで到達できるのかと疑問を感じる。調査主体であるため、タイトルを開発とすべきなのか検討が必要である。
途	<p>対応</p>	<p>対応</p> <ul style="list-style-type: none"> ・効率性:低密度の植栽本数は通常の伐採時の本数(1000～1500本/ha)を元に設定しました。「効率的な下層木誘導技術の開発」については、①林地生産力維持判定の基準作成のための現地調査を調査期間の前半に集中して行い、基礎データの効率的な収集に努め、②林地生産力維持判定の基準の実証試験と③下層木誘導にむけた広葉樹(郷土樹種)の照度・樹種別成長量調査は、5年間の長期のデータ蓄積を基にして解析を行います。 ・総合評価:今回の課題は林業技術の中でも、特に現場からの強い要望がある、植栽～下刈りの低コスト化と下層木の効率的な誘導に焦点を絞って技術開発を行います。そのための普及員、森林組合、林業公社との協力体制も整っており、5年間で技術開発は可能と考えております。
中	<p>(23年度) 評価結果 (総合評価段階:A)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性 S 森林資源の循環利用は林業技術の継承・地域雇用の 	<p>(23年度) 評価結果 (総合評価段階:A)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性 S 持続的な人工林資源の循環システムを構築すると

<p>創出及び森林の公益的機能発揮のために重要であり、社会的関心も高く県民のニーズもある。また、九州他県はスギの適地であり、ヒノキが主である本県とは状況が異なるため、ヒノキについては本県で行う必要がある。よって、この研究の必要性は非常に高いと考える。</p> <p>・効率性 A 研究目標は①植栽本数及び下刈り方法の検討による育林初期のコストの低減と②下層木の人工林への効率的誘導法の開発の2点で、現在固定試験地での調査および現地調査等を行っている。21年度は一部目標が達成できなかった研究内容があるが、22年度において概ね達成している。研究手法については、九州各県の研究機関とも情報交換を行っている。また、各地方機関や関係市町、森林組合、普及員と連携して研究を実施しており、概ね順調に進捗している。</p> <p>・有効性 A 研究目標の ① 植栽本数及び下刈り方法の検討による育林初期のコストの低減については、現在、植栽本数の減と交互刈りが有望な手法と思われる。 ② 下層木の人工林への効率的誘導法の開発については、林地生産力維持の判断基準案を作成した。研究目標①②について今後計画に沿って調査・解析を行うことで期待される成果は十分に得られる。成果については、マニュアルを作成し普及員を通じて森林所有者への理解を深め、「モデル林」を各地に設定して広めていく。以上のことから当初計画した成果が得られると考えている。</p> <p>・総合評価 A 上記の「必要性」「効率性」「有効性」を踏まえ、この研究はほぼ計画通り進捗しており、継続することは妥当であると考えている。</p>	<p>もに、育林初期コストを低減することによる、再造林技術の低コスト化は林業の担い手が減少するなか必要である。</p> <p>・効率性 A 研究計画どおり実施されている。植栽本数の削減や粗放的な下刈り方法が植栽木の生長量に及ぼしている影響について十分データを吟味し、効率的な研究として欲しい。</p> <p>・有効性 A 林地生産力の概念をもう一度はつきり認識し一般県民に対して説明できるようにする必要がある。低コスト育林技術の確立の際は、傾斜度や作業道等の要因が投入労働力に及ぼす影響を整理することでより有効な研究成果として欲しい。</p> <p>・総合評価 A 育林初期のコスト低減技術と林内への下層木誘導技術を組み合わせることで、持続的な循環システムを目指しており評価できる。しかし、担い手人口が減少するなか、誰が確立した技術を担っていくのかに留意し早急な技術確立が望まれる。</p>
<p>対応</p>	<p>対応</p> <p>・効率性 植栽本数の削減や粗放な下刈り方法が植栽木の成長に与える影響については、まず2つの固定試験地で成長量調査(樹高、根元径、樹冠幅)を継続します。そして以前植栽した2100本/haの植栽試験地での下刈り方法別の成長量データと併せて解析します。そうすることで、将来利用できる材が低コストで多く収穫可能と予想できる植栽本数と下刈り方法を明らかにします。</p> <p>・有効性 林地生産力とは、その林が本来持っている「地力」であり、栄養分を含んだ林内の土壌が重要です。間伐が適正に行われている人工林は、明るく広葉樹が適度に下層木として存在しているので、雨により土壌が流れるのを防ぎ地力が維持できています。しかし間伐が不足した林は暗いため下層木が減り、土壌(栄養</p>

		<p>分)が流れて林地生産力が低下してしまいます。現在取り組んでいる課題では、林の林地生産力が維持されているかどうかを判定する基準を、人工林内の下層木の状態から作成し、林地生産力が維持されていないと判断された林に対して、効率的に下層木を誘導するための手法を開発しています。低コスト育林については、固定試験地の他に県内の下刈り作業現場で工程調査を追加して行い、傾斜などの地形条件が投入労働力へ与える影響を調査します。</p> <p>・総合評価</p> <p>現在、林業の現場では「森林・林業再生プラン」のもと、「集約化施業」を推進しており、林業経営を意欲的に行う森林所有者・林業事業体を育成しています。この課題の成果は、ある程度明らかになったところで、そのような人たちへ早急に示してまいります。</p>
<p>事後</p>	<p>(26年度) 評価結果 (総合評価段階:A)</p> <p>・必要性:A 人工林の循環利用は地域雇用の創出及び森林の公益的機能発揮のために重要であり、九州の他県がスギを主体する中で、ヒノキが主である本県が、ヒノキの循環利用を目的とする研究の必要性は高いと考える。</p> <p>・効率性:A 活動指標は概ね計画どおり実行しており、併せて九州各県の研究機関とも情報交換を行い、振興局や関係市町、森林組合と連携して活動しており効率性で問題はない。</p> <p>・有効性:A 成果指標の「育林所期のコスト低減技術および下層木誘導技術」のマニュアルについて作成されており、有効性は問題はない。今後普及員を通じて森林所有者へ配布し説明していく。</p> <p>・総合評価:A 全体的に概ね計画を達成していると考えますが、複数の審査員から説明内容がわかり難いとの指摘があったので、マニュアル等研究成果をより解りやすくする工夫を行い生産現場に普及していく。</p>	<p>(26年度) 評価結果 (総合評価段階: A)</p> <p>・必要性:A 同左</p> <p>・効率性:A 同左</p> <p>・有効性:A 同左</p> <p>・総合評価:A 同左</p>
<p>対応</p>	<p>対応</p>	<p>対応</p>