

成長の早い苗木を用いた再造林低コスト化に関する研究（Ⅱ）

－下刈り省略の除伐への影響とコスト評価－

渡辺直史、藤本浩平

Naoshi Watanabe, Kohei Fujimoto

概要: 下刈り省略を行った林分における下刈りと除伐の総コスト評価と、競合植生との競争関係から除伐必要性の判断指標を提示することを目的として調査を行った。2010年に3カ所設定したスギ林下刈り省略試験地で2019年に除伐作業の時間計測を行った。除伐に要する時間は、下刈りを省略するほど長くなったが、下刈りと除伐の総作業時間は、下刈りを省略するほど短くなり、下刈り省略の初期育林コスト削減効果が確認できた。除伐後4年間の樹高成長率は、除伐前に競合植生に完全に覆われた個体は除伐後に成長率は大きくなり、競合植生の上に樹冠が出ている個体では除伐の有無による成長率の差は無かった。本試験地の競合植生はアカメガシワやタラノキなどの先駆樹種であり、このような植生の場合スギの樹冠が競合植生の上に出ている林分では、除伐の省略が可能であることが示唆された。

キーワード：初期成長、スギ、除伐、下刈り省略

1. 緒言

持続的に木材資源を生産・供給していく森林の育成や森林経営を維持していくためには、皆伐後の再造林が不可欠であるが、植栽・下刈り等に要する経費は、本県の造林事業標準単価（高知県2024）から地拵え、植栽（スギ2,500本/ha）、下刈り（5年間）、除伐1回、保育間伐1回の経費を積算すると200万円/haを超え、現在の木材価格に対して非常に高額である。このため、低コストで育林する技術の開発が急務となっている。育林低コスト化の方法として下刈りの省略が考えられ、当センターの過去の研究（渡辺ら2015）から、下刈りの省略は可能であることが分かったが、下刈りの省略を行った林分では除伐コストが増大し、下刈りと除伐の総コストが増加する懸念がある。また、福本ら（2021）は、植栽木と雑木の競合状態によっては除伐そのものを省略することで、さらに初期保育コストを削減できる可能性に言及しており、除伐を省略できる条件が明らかになれば更なる低コスト化、省力化が期待できる。そこで本研究は、下刈り省略を行った林分における下刈りと除伐の総コスト評価と、競合植生との競争関係から除伐必要性の判断指標を提示することを目的とした。

2. 方法

2.1 試験地

安芸郡奈半利町の須川山国有林（奈半利試験地）、および土佐郡土佐町東石原（東石原試験地）と同町南川（南川試験地）の民有林に試験地を設定した（表1、表2）。奈半利試験地と東石原試験地は皆伐の翌春に植栽したため、植栽時には競合植生がまばらに存在する程度で、南川試験地は皆伐後3年経過した後に植栽したため植栽年の競合植生の植被率は東石原試験地の2倍程度であり（表

3)、植栽年の夏には植生高が 2m に達した。植栽にはすべてスギ裸苗を使用し、各試験地に普通苗と大苗を植栽して、「毎年下刈り」、「隔年下刈り」、「下刈り無し」の試験区を設定した。

試験区は基本的に図 1 のように 3 処理 3 回繰り返しのランダム配置としているが、地形の状況によりアレンジしている。試験区の大きさは、奈半利試験地と東石原試験地では 18m×18m、南川試験地では地形上の制約から 15m×15m とした。奈半利試験地と東石原試験地では 3 回の繰り返しを行うこととしたが、南川試験地では 1 調査区の面積を少なくしても 3 回の繰り返しをとることが出来なかったため、大苗のみ 2 回繰り返しとした。植栽直後の樹高を測定して苗高とした。各試験地の平均苗高は、南川試験地が普通苗 48cm、大苗 76cm、東石原試験地が普通苗 45cm、大苗 80cm、奈半利試験地が普通苗 47cm、大苗 71cm であった。

2.2 下刈りスケジュールと除伐の実施

奈半利と東石原の試験地では、1 年目は下刈りの必要が無いと判断して「毎年下刈り」は 2～5 年目、「隔年下刈り」は 3 年目と 5 年目に下刈りを行った。南川の試験地は、「毎年下刈り」は 1～5 年目、「隔年下刈り」は 2 年目と 4 年目に下刈りを行った。除伐は 10 年目に行った。使用機械は下刈り、除伐ともに刈り払い機のみを使用した。作業時間の測定は、試験区ごとにビデオ撮影により行い、刈り払い機のエンジンを始動したところから測定を開始し、下刈りまたは除伐を終了し刈り払い機のエンジンを止めた時点で測定終了とした。

表 1 試験地の概要

試験地名	標高	方位	傾斜	皆伐年	植栽年	植栽苗木	試験区	試験区数	試験区の大きさ
奈半利	730～770m	北	21～45度	2009年	2010年	普通苗 (苗高47cm)	毎年下刈り	6	18m×18m
						大苗 (苗高71cm)	隔年下刈り	6	
							下刈り無し	6	
東石原	600～650m	北北西	18～43度	2009年	2010年	普通苗 (苗高45cm)	毎年下刈り	6	18m×18m
						大苗 (苗高80cm)	隔年下刈り	6	
							下刈り無し	6	
南川	600～650m	北北西	24～40度	2007年	2010年	普通苗 (苗高48cm)	毎年下刈り	5	15m×15m
						大苗 (苗高76cm)	隔年下刈り	5	
							下刈り無し	5	

表 2 下刈り、除伐の試験区数

試験地名	試験区	試験区数	うち除伐試験区数		皆伐年	植栽年
			除伐実施	除伐無		
奈半利	毎年下刈り	6	4	2	2009年	2010年
	隔年下刈り	6	4	2		
	下刈り無し	6	4	2		
東石原	毎年下刈り	6	4	2	2009年	2010年
	隔年下刈り	6	4	2		
	下刈り無し	6	4	2		
南川	毎年下刈り	5	6	2	2007年	2010年
	隔年下刈り	5	6	2		
	下刈り無し	5	6	2		

毎年下刈り	隔年下刈り	下刈り無し
下刈り無し	毎年下刈り	隔年下刈り
隔年下刈り	下刈り無し	毎年下刈り

図 1 試験区の配置

表 3 各試験地の種ごとの植被率合計値 (%)

() 内は落葉広葉樹で内数

試験地	試験区	2010年		2011年		2012年		2013年	
奈半利	毎年下刈り	77	(28)	75	(61)	75	(57)	83	(29)
	隔年下刈り	88	(38)	91	(77)	97	(84)	100	(43)
	下刈り無し	85	(33)	88	(76)	88	(76)	103	(64)
東石原	毎年下刈り	49	(44)	74	(67)	77	(64)	91	(64)
	隔年下刈り	50	(44)	73	(63)	97	(89)	98	(57)
	下刈り無し	57	(53)	78	(71)	99	(92)	106	(96)
南川	毎年下刈り	117	(97)	115	(85)	89	(49)	114	(31)
	隔年下刈り	117	(97)	131	(117)	105	(72)	126	(81)
	下刈り無し	117	(97)	127	(108)	144	(120)	140	(121)

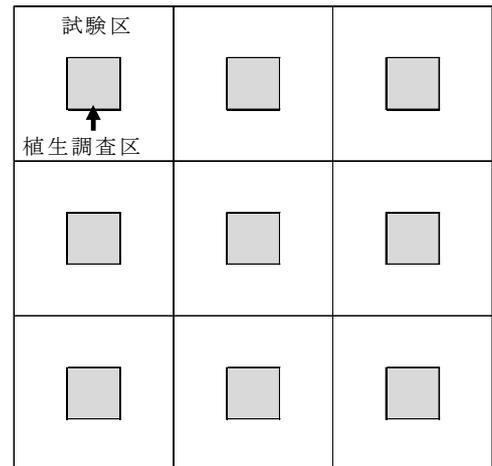


図 2 競合植生調査区の配置

2.3 除伐時の競合植生量

除伐前に、競合植生の胸高直径を測定して胸高断面積を算出し、競合植生量とした。各試験区内に奈半利と東石原は 10m×10m、南川は 5m×5m の競合植生調査区を設定し(図 2)、胸高直径 1cm 以上の個体は樹高と胸高直径を、胸高直径 1cm 未満の個体は樹高のみを測定した。胸高直径 1cm 未満の個体は胸高直径 0.5cm として、各個体の胸高断面積を算定しその合計値を競合植生量とした。

2.4 スギの成長への除伐の影響

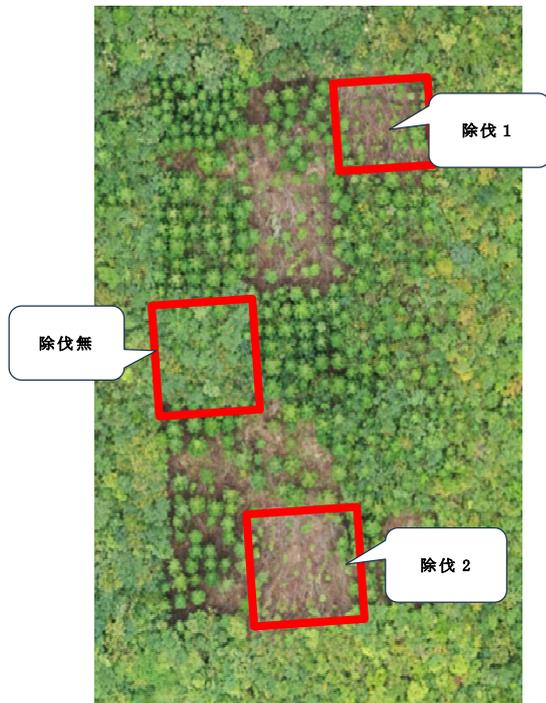


図 3 試験区の配置：南川「下刈り無し」

除伐の有無による成長比較は植栽時の競合植生量が異なる 2 カ所の試験地(東石原：競合植生少、南川：競合植生多)で行った。下刈り省略試験では各処理区に 3 反復の試験区を設定していたため(図 3)、2 試験区で除伐を実施し(除伐 1、除伐 2)、残る 1 試験区は除伐を行わずに対照区(除伐無)とした。3 反復の試験区はそれぞれ成長が異なり(図 4)成長量で除伐の影響を判定することができないため、除伐実施前後の成長率(当年樹高÷前年樹高)を除伐の有無で比較した。また、除伐の必要がない状態を探るため、除伐前に競合植生の上に出ているスギ樹冠面積(図 5)に着目して、樹冠面積に対する除伐後 4 年間の成長率((2023 年末樹高 - 2019 年末樹高) ÷ 2019 年末樹高)の関係を徐伐の有無で比較した。

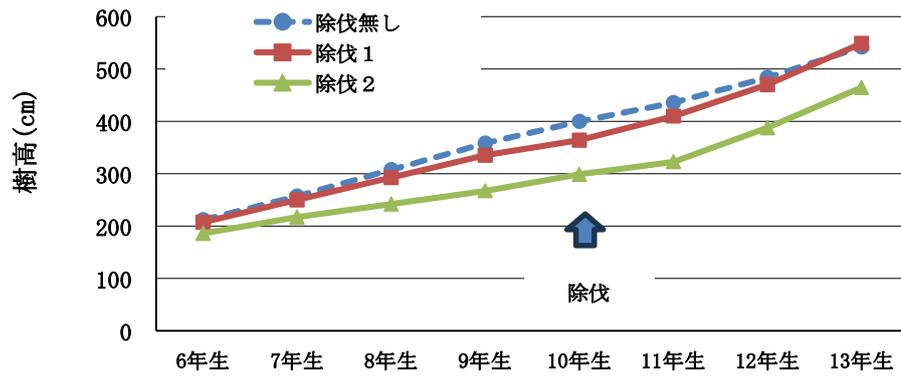


図4 除伐前後の樹高：南川「下刈り無し」



図5 除伐前のスギ樹冠（南川：下刈り無し）
白い点は競合植生に完全に覆われている個体

3. 結果と考察

3.1 下刈りと除伐の総コスト評価

図 6 に除伐実施前の競合植生量を胸高断面積合計 (m^2/ha) で、図 7 に除伐作業時間を、図 8 に下刈りと除伐の総作業時間 (時間/ha) と内訳を示す。下刈りを省略するほど除伐時の競合植生量は多くなる (図 6) ため、除伐に要する時間は、「毎年下刈り」13.9~22.3 時間/ha、「隔年下刈り」18.0~24.0 時間/ha、「下刈り無し」22.7~38.4 時間/ha と下刈りを省略するほど多くなった (図 7)。しかし、下刈り省略のコスト削減効果を消すほどではなく、下刈りと除伐の総作業時間は、「毎年下刈り」75.1~125.8 時間/ha、「隔年下刈り」56.8~75.7 時間/ha、「下刈り無し」22.7~38.4 時間/ha と下刈りを省略するほど少なくなった (図 8)。下刈り回数を減らすことで下刈りと除伐の総作業時間が減少することは福本ら (2021) も指摘しており、本試験地でも同じ結果となった。本試験地では下刈り、除伐ともに刈り払い機で行っているため、作業時間比較がコスト比較と捉えることができ、下刈りを省略することにより除伐を含む初期育林コストを削減することが可能であると考えられる。

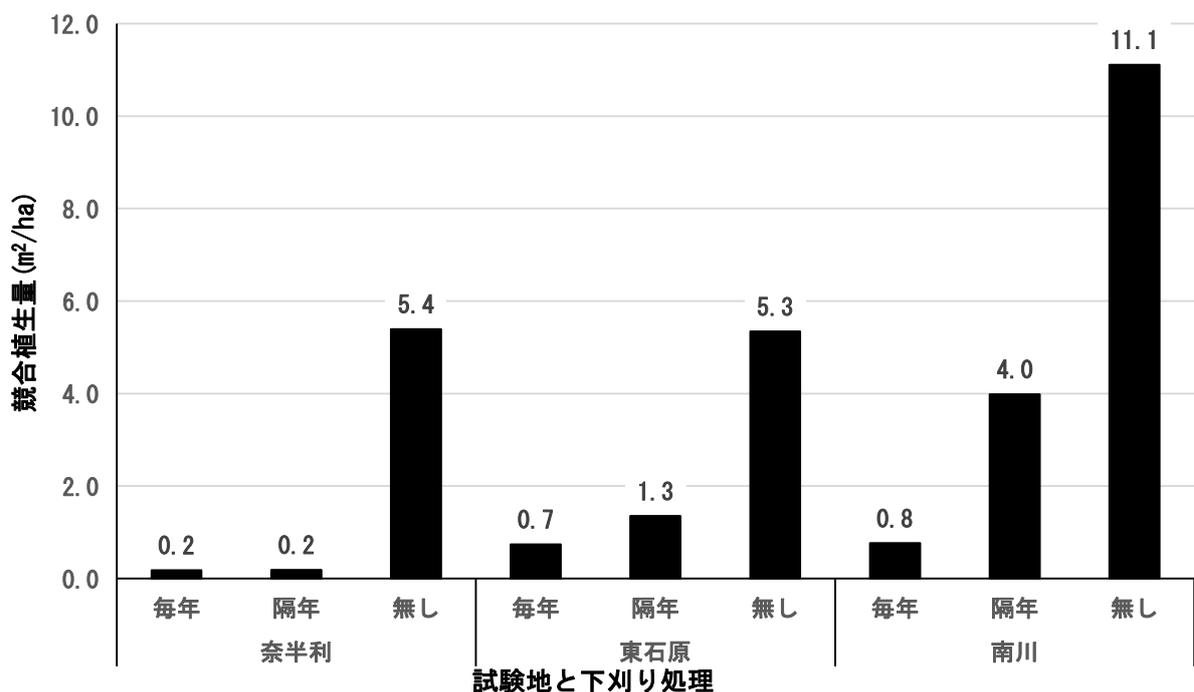


図 6 下刈り処理と除伐前の競合植生量

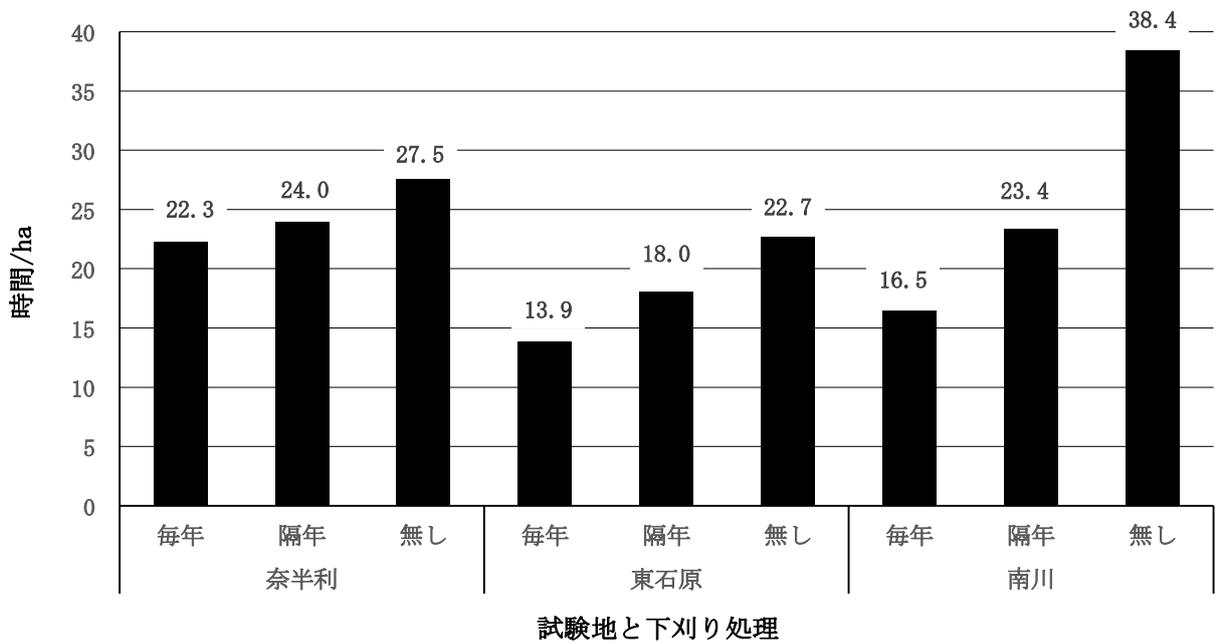


図7 下刈り処理と除伐作業時間

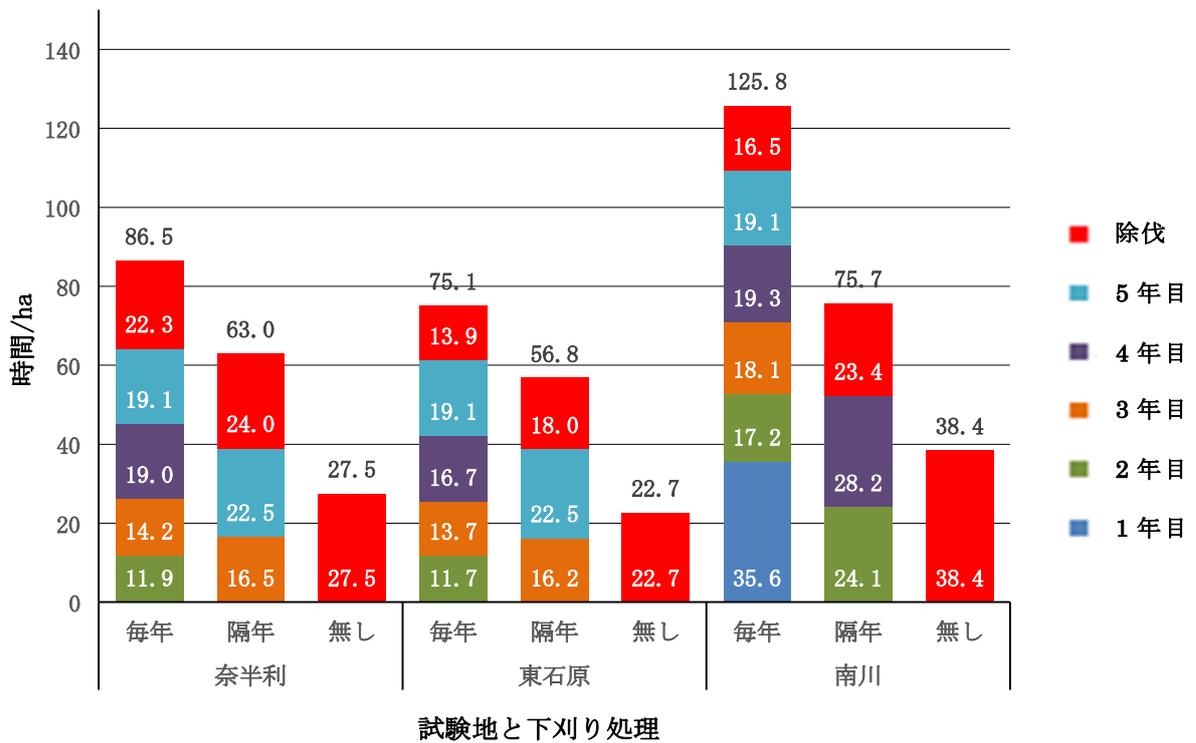


図8 下刈り処理と下刈り・除伐作業時間

3.2 スギの成長への除伐の影響

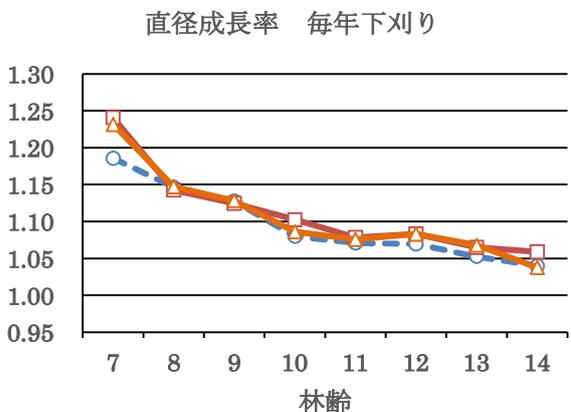
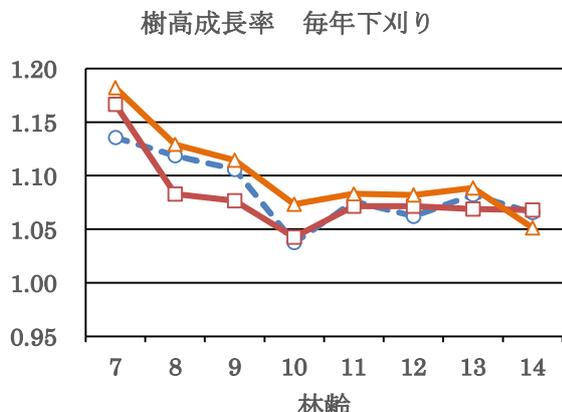
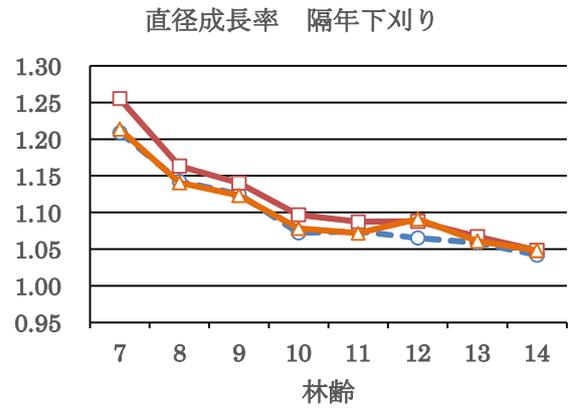
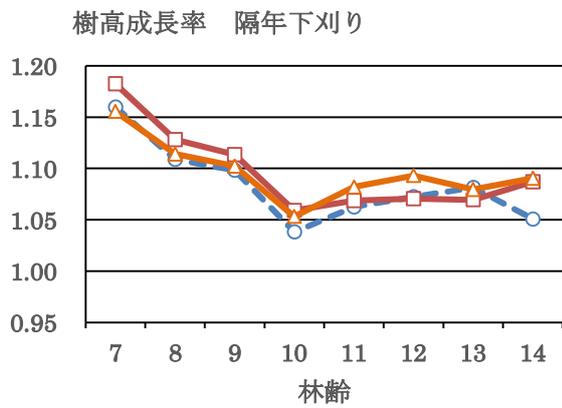
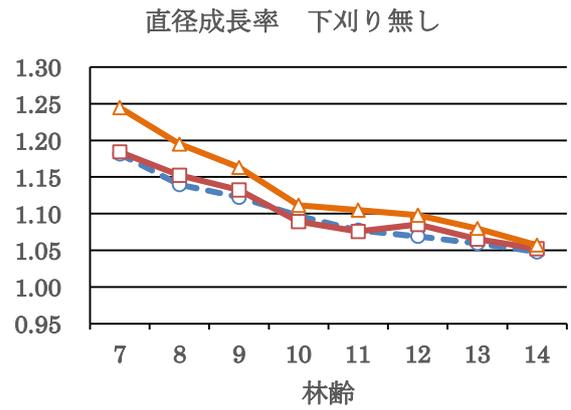
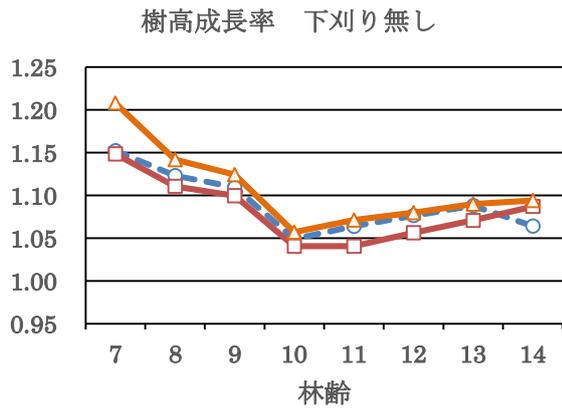
表 4 に東石原試験地と南川試験地の主な競合植生のうち胸高断面積合計が多いほうから 5 種を、図 9 に東石原試験地における除伐実施前後の成長率を、図 10 に南川試験地における除伐前後の成長率を示す。東石原試験地では、樹高成長率、直径成長率ともにすべての下刈りスケジュールで除伐の有無による差は無かった（図 9）。南川試験地では、「下刈り無し」で除伐の実施により樹高成長率、直径成長率が大きく増加し、「隔年下刈り」の直径成長率が除伐の実施によりわずかに増加した（図 10）。除伐前の競合植生の上に出ている樹冠面積に対する除伐後 4 年間の成長率の関係では、競合植生に完全に覆われた個体（除伐前樹冠面積=0）は除伐により成長率は増加し、競合植生の上に樹冠が出ている個体では除伐の有無による成長率の差は無かった（図 11）。

本試験地の競合植生の優占種はアカメガシワなどの先駆性樹種であり（表 4）、このような植生の場合にはスギの樹冠が競合植生の上に出ている林分では、除伐の省略が可能であることが示唆された。

表 4 各試験地の主な競合植生とその胸高断面積合計（上位 5 種）

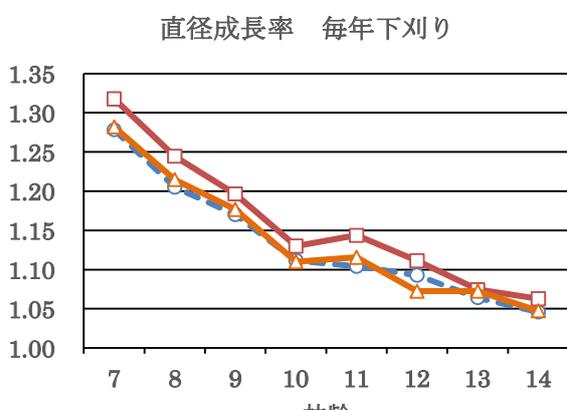
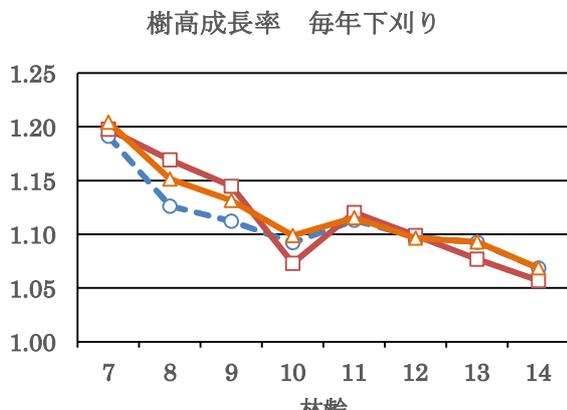
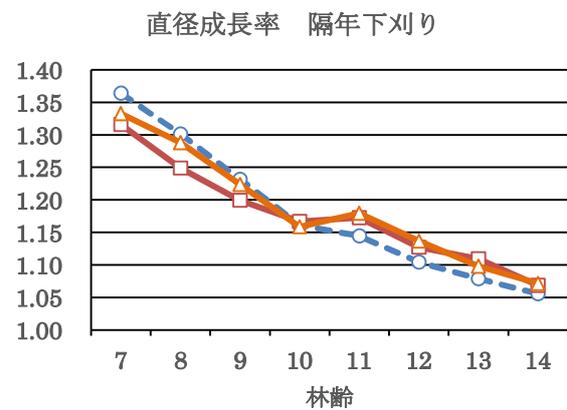
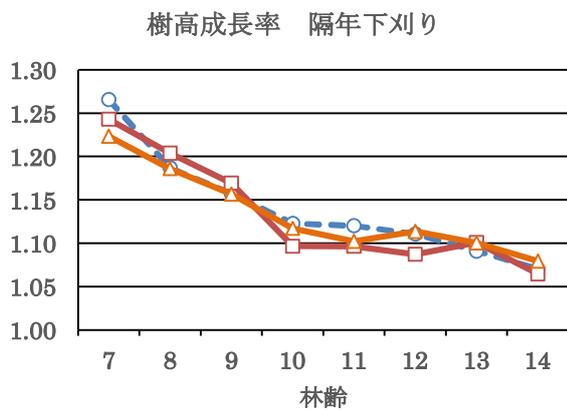
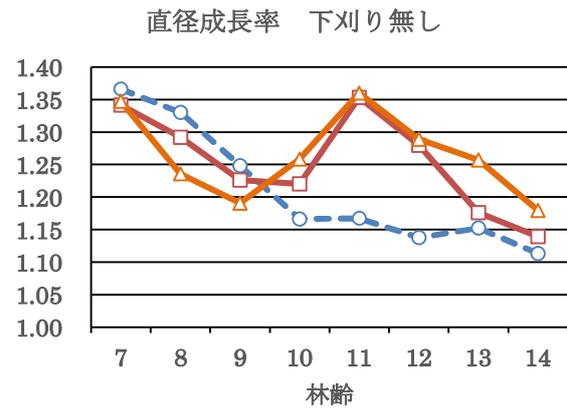
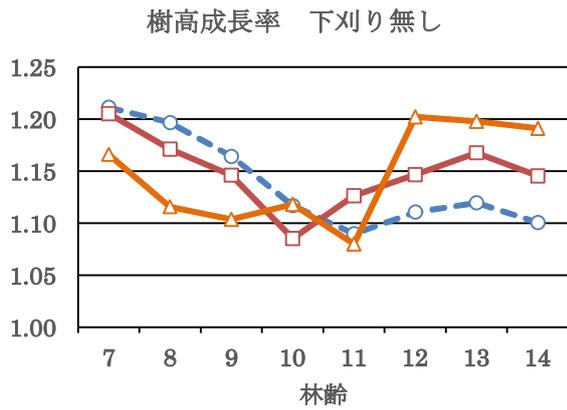
東石原試験地					
毎年下刈り		隔年下刈り		下刈り無し	
種名	胸高断面積合計 (cm ² /ha)	種名	胸高断面積合計 (cm ² /ha)	種名	胸高断面積合計 (cm ² /ha)
ノリウツギ	1,990	ノリウツギ	3,543	アカメガシワ	24,051
ヤマウルシ	1,234	ヤマウルシ	2,642	ヤマウルシ	4,092
リョウブ	953	ヌルデ	1,111	ケクロモジ	3,944
クリ	478	ケクロモジ	756	ノリウツギ	3,899
エゴノキ	364	シロモジ	749	シロモジ	3,388

南川試験地					
毎年下刈り		隔年下刈り		下刈り無し	
種名	胸高断面積合計 (cm ² /ha)	種名	胸高断面積合計 (cm ² /ha)	種名	胸高断面積合計 (cm ² /ha)
ノリウツギ	2,875	ヤマウルシ	13,074	ケクロモジ	41,268
クサギ	1,210	ケクロモジ	7,877	ノリウツギ	18,233
シロモジ	1,000	ノリウツギ	4,187	アカメガシワ	16,403
ケクロモジ	906	ヌルデ	3,813	カナクギノキ	5,239
ヤマウルシ	542	アブラチャン	2,714	タラノキ	5,078



—○— 除伐無し —□— 除伐有り —△— 除伐有り

図9 除伐前後の成長率：東石原試験地



—○— 除伐無し —□— 除伐有り —△— 除伐有り

図 10 除伐前後の成長率：南川試験地

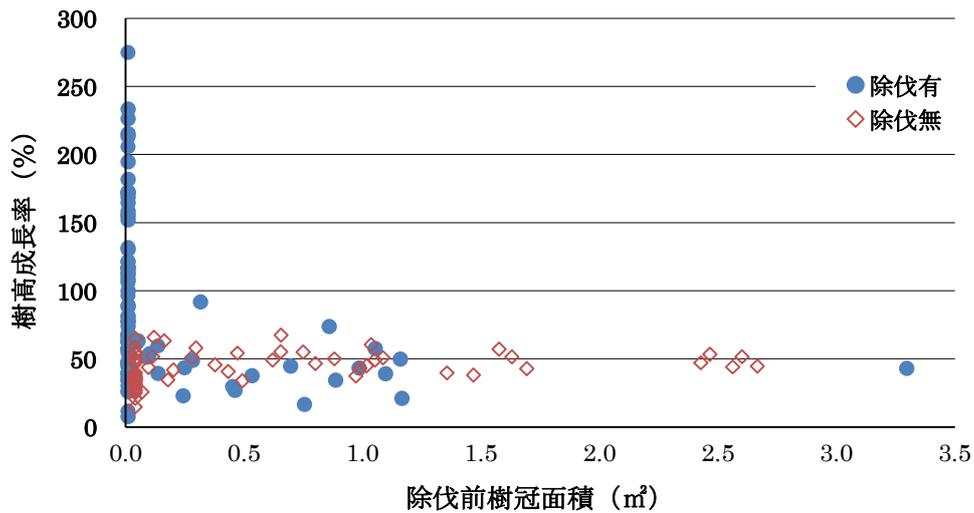


図 11 樹冠面積に対する除伐後 4 年間の成長率：南川試験地下刈り無し
 成長率 = (2023 年末樹高 - 2019 年末樹高) ÷ 2019 年末樹高
 除伐無の樹冠面積 0 は除伐有の樹冠面積 0 との重なりを避けるため樹冠面積
 0.04 でグラフ表示している。

4. おわりに

本研究の結果、下刈りを省略することにより下刈りから除伐までのコストを削減できることが可能であると確認できた。合わせて、条件次第で下刈りと除伐の双方を省略することが可能であることが示唆された。本試験地ではクズ、カラスウリ類などの大型のつる植物は存在しなかったが、筆者は本研究の調査対象としていなかった林分で大型のつる植物に巻き付かれ、幹の変形や幹折れが発生した事例を確認している（図 12~14）。このため、つる切りは省略することができないことに留意する必要がある。また、鶴崎ら（2020）は下刈り要否の判断基準に競合植生のタイプが影響することを指摘しており、除伐においても先駆性樹種以外が競合植生の優占種である林分において除伐の省略ができるのか、今後の研究がまたれる。



図 12 クズ等に巻き付かれたヒノキ



図 13 つるの巻き付きにより折れたヒノキ



図 14 つるの巻き付きにより幹が曲がったヒノキ

謝辞

本研究を行うに当たり試験地を提供していただいた四国森林管理局安芸森林管理署、有限会社沖田産業、土佐町の三宝山福寺、現地調査を手伝っていただいた森林総合研究所の大谷達也氏、米田令仁氏、酒井敦氏、北原文章氏、福本桂子氏に厚くお礼申し上げます。

引用文献

- 1) 高知県 林業振興・環境部 木材増産推進課（2024）令和6年度高知県造林事業標準単価表（森林整備単価）. https://www.pref.kochi.lg.jp/doc/r6zourintanka/file_contents/r6tanka.xlsx
- 2) 渡辺直史，藤本浩平，徳久潔（2015）低コスト育林技術の開発，高知県立森林技術センター研究報告，39，46-82
- 3) 福本桂子，北原文章，細田和男，芦原誠一，加治佐剛，寺岡行雄（2021）下刈りスケジュールの違いが雑木の量と除伐作業時間に与える影響—鹿児島県13年生スギ林の事例—，日林誌，103，48-52
- 4) 鶴崎幸，山川博美，伊藤哲，重永英年，佐々木重行（2020）競合植生によって異なるスギ造林地の下刈り要否の判断基準，日林誌，102，225-231