



◆中部森林技術交流発表会における課題発表

中部森林管理局では1月28日～29日の2日間にわたり、「令和2年度中部森林技術交流発表会」を開催し、国有林及び民有林の行政機関・教育機関・林業事業者等の職員や学生が、日頃から行っている森林・林業に関する試験研究、技術開発、林業体験活動等の取組について発表を行いました。

今年度の発表会には、国有林の部16課題、民有林の部2課題、学生の部3課題についてそれぞれ参加の申し込みがあり、新型コロナウイルス感染拡大防止の取り組みの中、初めてオンラインによる開催となり、あらかじめ収録した発表画像を審査員が視聴する形態で実施されました。

当センターからは今年度の試験データを取りまとめる中で2課題について参加の申し込みを行い、安江森林技術普及専門官が「複層林下木の密度管理による成長と林床の状況調査の結果」及び「ササ生地のヒノキ造林地における省力保育を目的とした下刈りスケジュールの検討（岐阜県森林研究所の渡邊専門研究員との共同発表）」の研究成果について発表しましたので、その概要について紹介します。

◇複層林下木の密度管理による成長と林床の状況調査の結果

森林技術・支援センター 森林技術普及専門官 安江 清文

1. 要旨

複層林における下木密度がその成長と林床状況等へどのような影響を与えるかについて着目し、下木に対し伐採強度の異なる3区域（通常・準強度・強度）で林床状況に影響を及ぼす項目について比較検証しました。

その結果、下層植生の回復については有意差が認められなかったが、光環境測定、A₀層の面積割合、土壌浸食危険度指数の数値では強度伐採区において有意差が認められる結果となりました。

2. はじめに

育成複層林施業については、複数の樹冠層を構成することによって、森林の持つ公益的な機能を持続的かつ高度に発揮するために行われている施業ですが、中部局管内の育成複層林施業地では、下木が光不足や上木伐採時の損傷により期待通りに成長していない箇所が散見されます。

この状態で上木伐採を行うと、下木の成長不足に加え下層植生の乏しさから表土流出を招き、水土保持機能の低下に繋がる危険性があることから、複層林の下木の密度管理に着目し、下木密度がその成長と林床状況等へどのような影響を与えるかについて検証を行いました。

3. 調査地の概要

調査は「小川長洞国有林1106㍻林小班」複層林施業指標林で実施しました。この指標林では水土保持機能の維持を図りつつ木材生産を行い、併せて下木の生育状況、伐採搬出による下木の損傷状況の観察など複層林施業の指標とすることを目的に管理してきました。

しかし上木が壮齢期を迎え、光環境等の影響により下層植生が乏しい状態になっていたことから、指標林を三つに分けそれぞれ下木の伐採強度を変えることによって、その後の下木成長・光環境・下層植生及び林床の状況にどのような変化が生じるかを比較しました。

(1) 地況・林況・施業等の履歴

林 齢	上木：126年生 下木：47年生
施 業 群	人工林複層伐（伐期齢 130〔65〕年）
面 積	1.24ha
標 高	450m～520m
斜 面 方 位	北西（急平均40°）
地 質・土 壤	流紋岩類・適潤性褐色森林土
地 位	スギ：12 ヒノキ：8

年	作 業	内 容
S50年	植 付	3,500本/ha
S59・62年	除 伐	
S61・H2年	枝 打	昭和61年 スギ・ヒノキ 平成2年 ヒノキ
H3・9年	除 伐 2 類	
H7年	受 光 伐	伐採率39% 残存本数91本/ha
H26年	本 数 調 整 伐	下木の残存本数を変えて実施

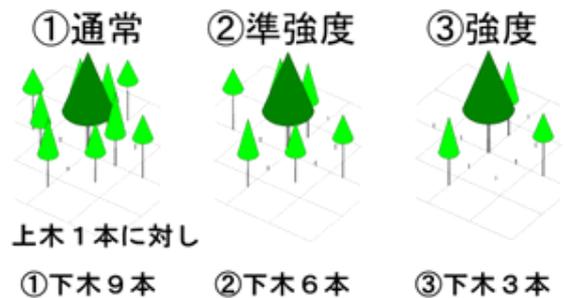
(2) 調査プロット

調査地は3つの伐採強度の異なるプロット（①通常 ②準強度 ③強度）からなり、それぞれの本数調整伐の伐採方法については、図-1に示しました。



(図-1)

下木伐採イメージ

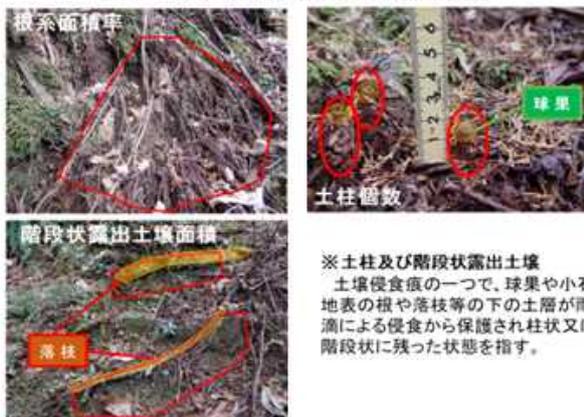


4. 調査内容

伐採強度別に下記の検証項目について調査を行いました。

- (1) 下木の成長・・・過去の調査結果から伐採前後の成長量を比較。
- (2) 光 環 境・・・5カ所づつ全天空写真を撮影し、RGBFishEye（フリーソフト）により相対散乱光強度を計算。
- (3) 下 層 植 生・・・1×1mのプロットを5箇所設定し、プロット内に発生していた維管束植物ごとの植被率（枝や葉によって地面を覆っている面積割合）及び植生高（プロット内に出現した木本類で最大のもの）を計測。
- (4) 林床の状況・・・50×50cmのプロットを5箇所設定し、地表面の状況をA₀層、鈹質土壤、根系に分類し占有面積の割合を計算、次に表土の流亡状況の相対的な指標となる※土壤侵食危険度指数（梶原ら 1999；渡邊ら 2018）について算出。

(図-2) 土壤侵食危険度指数



※ 土壤侵食危険度指数とは

表土流亡の程度を示す相対的な指標であって、根系面積率、土柱個数、階段状露出度状面積より算出。

その痕跡が顕著な箇所ほど0～300の間で大きな値になる。(図-2)

※土柱及び階段状露出土壤
土壤侵食痕の一つで、球果や小石、地表の根や落枝等の下の土層が雨滴による侵食から保護され柱状又は階段状に残った状態を指す。

5. 調査結果

(1) 下木成長量比較

表-1は伐採の対象となった下木の成長量比較について示しています。

平成24年は伐採前の状況、平成26年（伐採）、平成29年は伐採対象となった下木の本数・材積及び当時の形状の平均値などを示しています。

〔平成24年－平成29年〕は5年間の成長量を示していますが、短期間での比較ということもあり各伐採区の下木の成長については、胸高直径で3.9～4.1cm、樹高で2.9～3.4mと大きな差は見られません。

(表-1) 伐採前後の下木成長量比較

調査年 区分		本数/ha	材積/ha	平均 胸高直径	平均樹高	SR	形状比
H24	伐採前	1,592	202	14.9	13.4	19	90
	強度	275	42	17.0	14.9	43	87
	準強度	575	99	16.8	14.8	28	88
H26	通常	650	132	17.9	15.3	26	86
	強度	275	64	19.0	16.3	37	86
	準強度	575	143	18.9	16.8	25	89
H29	通常	650	162	18.8	16.6	24	88
	強度	-1,317	-139	4.1	2.9		
	準強度	-1,017	-60	3.9	3.4		
H24-H29	通常	-942	-40	3.9	3.2		

(2) 光環境測定

各プロットの光環境は、それぞれ5カ所で全天空写真（写真-1）を撮影し、相対散乱光強度を計算しました。

(写真-1) 全天空写真



通常区：5.6% (4.4～6.5%)



準強度区：9.6% (7.7～11.5%)

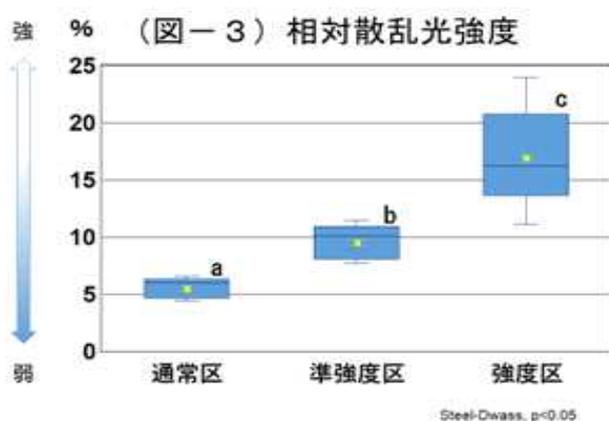


強度区：17.0% (11.1～23.9%)

計算の結果から相対散乱光強度は、強度伐採区17.0%－準強度伐採区9.6%－通常伐採区5.6%の順に低くなっており、統計的にも各伐採区の間において有意差（ $p < 0.05$ ）が認められました。

なお、伐採区間の有意差はSteel-Dwass法（以下の検定も同手法による）により多重比較を行い、異なるアルファベット間で有意差があることを示しています。

(図-3)



(3) 下層植生調査

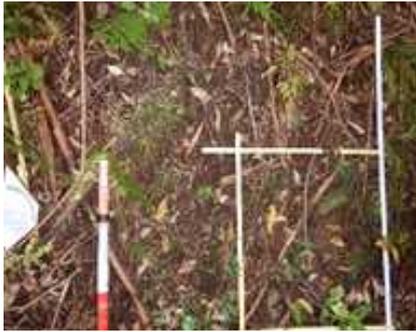
下層植生の繁茂状況を比較するため植生調査（植被率及び植生高）を行いました。

植被率については枝や葉によって地面を覆っている面積割合を測定し、植生最大高はプロット内に出現した木本類で最大のものを計測しました。

植被率は平均42～49%とほとんど差がなく、植生最大高の平均は通常区150～強度区108cmと小さくなっていますがバラツキも大きく、それぞれ統計的な有意差は認められませんでした。

(図-4、5、6)

(図-4) 植生調査プロット



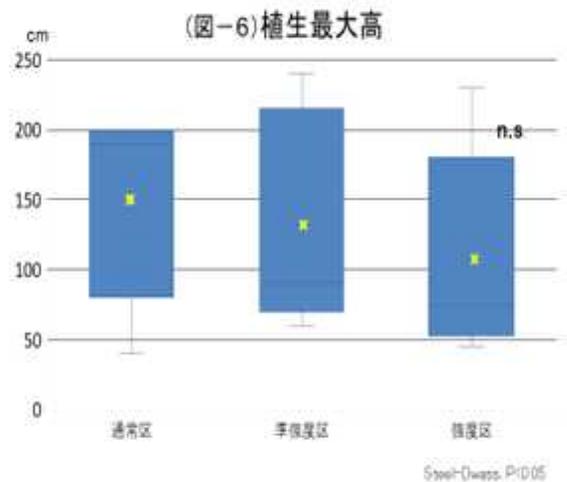
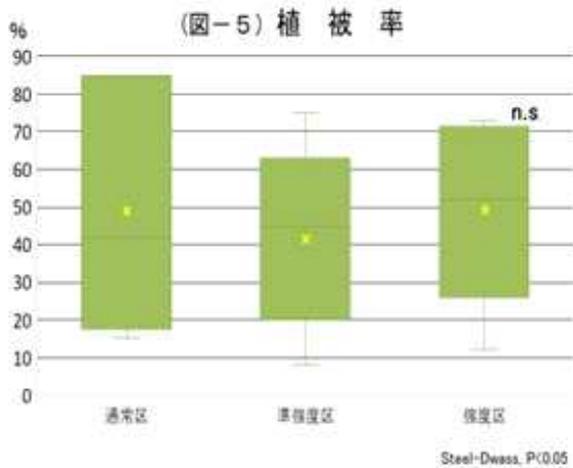
通常伐採区



準強度伐採区



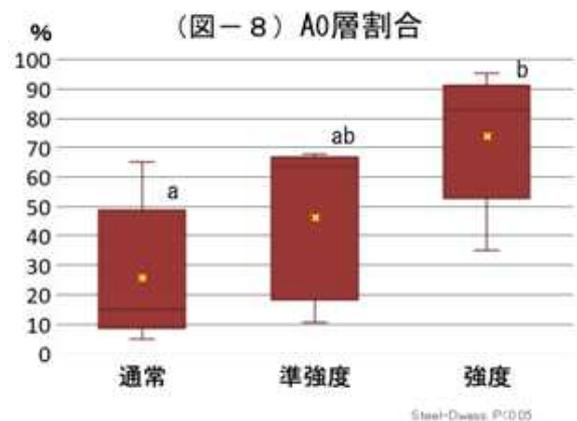
強度伐採区



(4) 林床状況調査

林床調査の結果から土壌侵食の減少に影響するとされるA₀層の面積割合を示すと、平均値で見た場合、通常伐採区では25%、準強度伐採区では45%であったのに対し、強度伐採区では75%と高い割合を示しています。

統計的には、通常伐採区と強度伐採区で有意差(p<0.05)が認められ、強度伐採がA₀層の維持・形成に有効であることがわかります。(図-7、8)



それぞれの区分から算出した土壌侵食危険度指数は、強度伐採区で最小値16.8、また通常伐採区で最大値181.5となり、算出値に大きな差が生じました。

平均値で比べた場合、通常伐採区が150と高い数値であるのに対し、準強度伐採区では70、強度

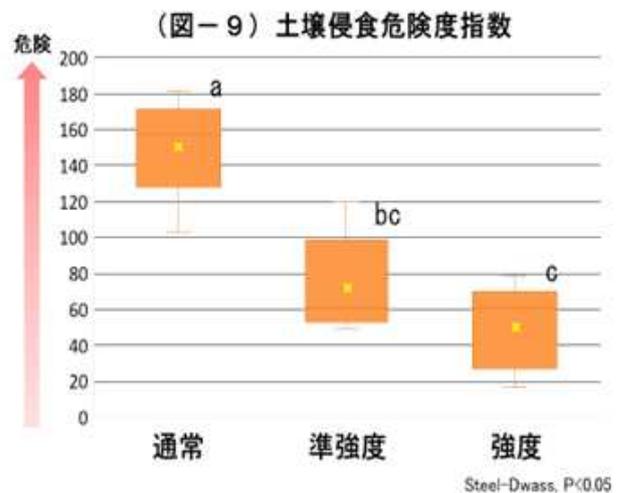
伐採区では50と低い数値となり土壌が安定している状態であることが認められます。

平均値で比べた場合、通常伐採区が150と高い数値であるのに対し、準強度伐採区では70、強度伐採区では50と低い数値となり土壌が安定している状態であることが認められます。

統計的には、通常伐採区と準強度伐採区、通常伐採区と強度伐採区、それぞれの間において有意差 ($p<0.05$) が認められる結果となりました。

(図-9)

各調査項目の分析結果から通常伐採区に対し強度伐採区を評価した場合、下木の成長と下層植生の状況には数値的・統計上の有意差は認められませんが、光環境の改善や林床状況の安定については統計上の有意差が認められ、土壌流出防止に一定の効果があることが解りました。



6 おわりに

調査の結果から、過密状態にある複層林においてはある程度下木を強度に伐採することで林内の光環境が改善され、 A_0 層の流出が防止できるなど地表面が良好な状態となり、林床の健全化が期待できると考えられます。

以上のことを踏まえ、育成複層林施業では植栽木の成長だけでなく、光環境及び林床状況も考慮して間伐期間や伐採量等を計画していくことが、公益的機能の維持増進を図る上で重要な指標であると考えます。

本調査は林床の回復状況に重点を置いて検証を行いました。今後は下木の成長量についても追跡調査を行っていきたいと思います。

引用文献

- ・梶原規弘・塚本次郎・入田慎太郎 (1999) ヒノキ人工林における下層植生のタイプと土壌侵食危険度との関係, 日林誌81: 42-50
- ・渡邊仁志・井川原弘一・横井秀一 (2018) 表土流亡の抑止効果に着目したヒノキ人工林の下層植生分類へのササ型の追加とその序列化, 森林立地60: 55-61

◇ササ生地のヒノキ造林地における省力保育を目的とした下刈スケジュールの検討

森林技術・支援センター 森林技術普及専門官 安江 清文
岐阜県森林研究所 森林環境部 専門研究員 渡邊 仁志

1. 要旨

ササ生地における下刈りの省力化を目的に、ヒノキの成長とクマイザサの動態に及ぼす下刈り頻度の影響を調査しました。下刈りを省略して被圧が強くなると、ヒノキの樹高、直径成長がともに低下しました。また、ヒノキの成長が低下した後下刈りを行っても成長の停滞は続きました。皆伐後は速やかに植栽し、ササが高くなる前に集中的な下刈りを行えば、下刈り回数を削減しつつササを効果的に制御できる可能性があります。

2. はじめに

これからの主伐と確実な再造林を進めるうえでは、省力的かつ合理的な下刈りの実施が必要です。そのためには、雑草木の種類や生態的な特徴、植栽木との競争関係を整理したうえで、植栽木の成長へ

の影響を考える必要があります。

本州中部の中～高標高地帯にはササ生地が広く分布し、岐阜県中南部から長野県木曾地域には、特にチマキザサ類（クマイザサを含む）の割合が高い（図1）ことが知られています（林業科学技術振興所 1985）。雑草木としてのササは人工更新の大きな支障になるため、制御の努力が連綿と続けられてきました（例えば、長谷川・野原 1934）。その半面、ササ生地は種構成が単純なこと、最大高がおおよそ決まっていることなど、下刈りの省力化を考えやすい特徴もあります。

ササ生地の下刈りを完全に省略すると、ヒノキの成長が大きく低下する（渡邊ら 2021）ため、下刈りは効果的な時期を見定め、回数を削減して行うことが重要です。本報告では、ササ生地における下刈り省力化（回数削減）を目的に、下刈り頻度がヒノキの成長とクマイザサの動態に及ぼす影響を調査し、効率的で確実性の高い下刈りスケジュール検討の一助とすることにしました。

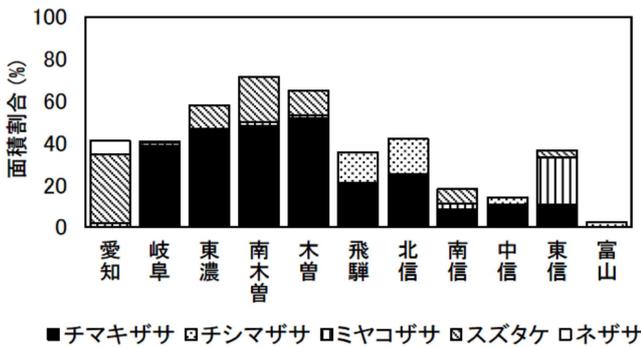


図1 中部森林管理局管内の地域別ササ面積割合

林業科学技術振興所（1985）を改変。分布データは旧名古屋営林局管内笹調査書（名古屋営林局造林課 1970）および旧長野営林局の未発表資料に基づく。横軸は現在の署または支署。

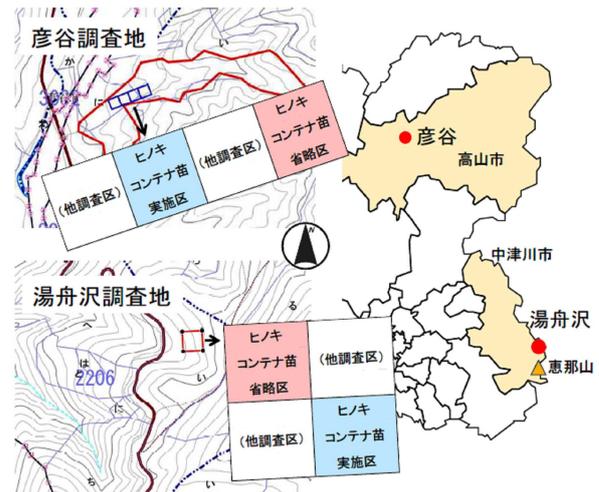


図2 調査地および調査区の配置

3. 調査地の概要

森林技術・支援センターと岐阜県森林研究所の下刈り省力化に関する共同研究により、2015年から先行して実施していた門坂国有林（下呂市小坂町）における無下刈り調査区の結果（渡邊ら 2021）を受け、下刈りの回数削減を目的に、彦谷（高山市清見町）、湯舟沢（中津川市神坂）両国有林内に調査地を新設しました（図2）（写真1、2）。

両調査地（表1）は、標高約1000mの緩傾斜～中程度の傾斜地にあり、気象の平年値は、平均気温7～8℃、年降水量約2200mm、最深積雪は彦谷調査地で88cm、湯舟沢調査地で22cmでした。標高が高く積雪があるため、両調査地にはクマイザサが優占していました。

標準的な回数の下刈りを行った「対照区」と下刈りの回数を少なくした「省略区」を各調査地に1箇所ずつ設置し、2018年5月に2年生ヒノキ実生コンテナ苗（根鉢容量300cc）を各100本ずつ植栽しました。植栽時と1年目（2018年）～3年目（2020年）の成長期末（10月下旬または11月）および3年目の夏期に、樹高（cm）と根元直径（mm）を測定し、サイズと比較苗高〔（樹高 / 根元直径）×10〕を調査区間で比較しました。

外因（誤伐、食害など）による成長停滞木、枯死木をを除外したため、調査本数は彦谷調査地（省略区72本、実施区78本）、湯舟沢調査地（省略区46本、



（写真1）彦谷調査プロット



（写真2）湯舟沢調査プロット

実施区57本)となりました。湯舟沢調査地の本数減少が著しいのは、ノウサギ類による根元の剥皮が多かったためです。

ササの動態を把握するため、2年目と3年目の夏期に、植栽木の周囲にあるササの稈の最大高(稈高)を記録しました。

つぎに、ヒノキとササとの競合状態について、山川ら(2016)の判定基準によりC1~C4(C1:ヒノキ樹冠がササから半分以上露出、C2:ヒノキ樹冠がササから半分未満露出、C3:ヒノキとササが同じ高さ、C4:ヒノキ樹冠がササに完全に埋没)に区分しました。

省略区のうち、彦谷調査地では一度も下刈りを実施せず(完全省略)、湯舟沢調査地では下刈り前に競合状態を評価し、C3+C4(ササに被圧された個体)が全体の半数以上になった年(ヒノキがササに被圧された後)に下刈りを行うことにしました(表2)。その結果、3年目にはじめて下刈りを行うことになりました。

4. 結果と考察

(1) 下刈りを完全省略した事例(彦谷調査地)

彦谷調査地の省略区では、地拵えをしてから植栽2年目までのササの勢力は抑制されていたものの、一度も下刈りをしなかったためにササの勢力が回復し、3年目夏期には同実施区と比べてササの稈高が高くなり(図3a)、9割以上の個体で競合状態がC3+C4(被圧状態)になりました(図4a)。

ササにより垂直と水平の双方向から被圧されているため、ヒノキの樹高と直径の成長が低下し、比較苗高も高止まりの状態が続いています(図5a)。これまでに、ヒノキの梢端が雑草木より高い場合は、樹高成長への影響は小さいものの、被圧強度が高くなり梢端まで覆われてしまった場合は、樹高成長が停滞する(渡邊ら2021)ことが知られています。

ササの下になり強度な被圧を受け続けても枯死するヒノキは少ない(渡邊ら2021)ですが、省略区の現状のように、競合状態がC3やC4のまま(図4a)ヒノキがいつかササの高さを越えるのを待つのは、確実な森林管理とはいえません。

(2) ヒノキがササに被圧された後に下刈りを実施した事例(湯舟沢調査地)

湯舟沢調査地の省略区でも、2年目夏期のササの稈高は比較的低く抑えられており(図3b)、8割以上の個体がC1+

表1 調査地の概要

調査地	彦谷 (3032㍓)	湯舟沢 (2206㍓)
標高	1020m	1000m
地形・傾斜	南斜面・10度	西斜面・18度
地質	流紋岩類	流紋岩類
土壌型	B _D	B _D (d)~B _D
平均気温 ※	7.3°C	8.5°C
年降水量 ※	2198.2mm	2183.1mm
最深積雪 ※	88cm	22cm

※ 国土数値情報(国土交通省国土政策局国土情報課 2021)のメッシュデータによる平年値(1981~2010年)

表2 各調査区の下刈り履歴

調査地	調査区	皆伐 地拵え		下刈り		
		2017	2018	2018	2019	2020(年)
彦谷	省略区	○	○	×	×	×
	対照区	○	○	×	○	○
湯舟沢	省略区	○	○	×	×	○
	対照区	○	○	×	○	○

○:実施、×:省略

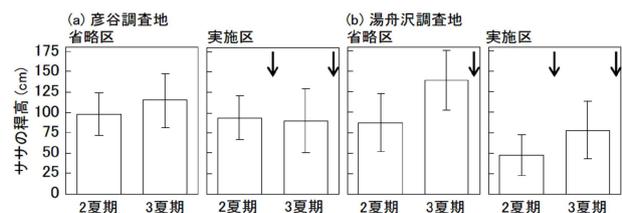


図3 彦谷調査地(a)と湯舟沢調査地(b)における調査区別のササ稈高の推移。バーは標準偏差、下向き矢印(↓)は下刈り実施時期を示す。

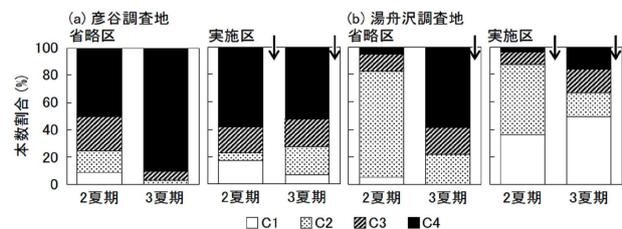


図4 彦谷調査地(a)と湯舟沢調査地(b)における調査区別の競合指数の推移。下向き矢印(↓)は下刈り実施時期を示す。

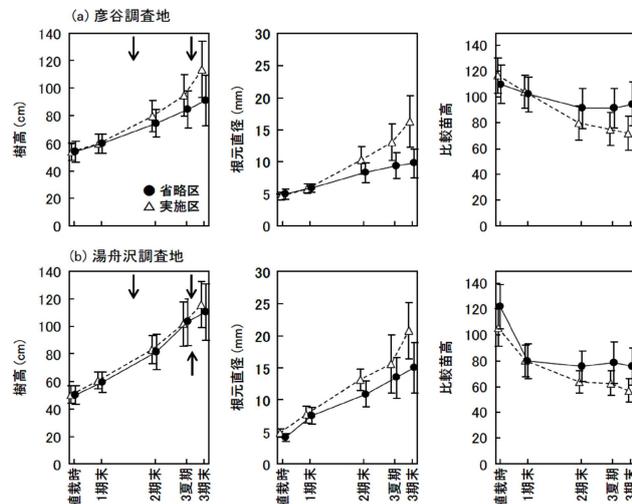


図5 彦谷調査地(a)と湯舟沢調査地(b)における調査区別の樹高、根元直径、比較苗高の推移。バーは標準偏差、下向き矢印(↓)は実施区における、上向き矢印(↑)は省略区における下刈り実施時期を示す。

C2の競合状態であった（図4b）ことから、ヒノキの被圧程度は低かったと考えられます。そのため、植栽2年目の下刈りをしませんでした。彦谷調査地（図5a）とは異なり、実施区との樹高差がみられないことから、樹高成長への影響はなかったと考えられるものの、梢端が被圧されていなくても水平方向の被圧は継続的にあるため、直径成長は減衰傾向にありました（図5b）。

3年目夏期には、ササの稈高が急激に高くなり（図3b）、ヒノキの被圧程度が高くなった（図4b）ことから、省略区でも下刈りを行いました。しかし、実施区では、植栽3年目の期末までに直径成長が上向きになり成長の回復がみられたのに対し、省略区では、相変わらず低水準のままでした（図5b）。被圧が高くなった後になってはじめて下刈りをしたために、省略区ではヒノキの葉量や光合成能力の回復が遅れ、下刈りの効果が低くなったと推測されます。このように、ササによる被圧状態が高くなってから下刈りを実施したのでは、下刈りの適期を逃してしまう危険性があります。

5. おわりに

本研究で実施した下刈りスケジュールは、いずれも確実性が高いとはいえませんでした。ここから得られたササの生態的な性質や被圧に対するヒノキの応答には、効率的で確実な下刈りのヒントがあります。それは、①皆伐・地拵え直後はササの勢力が抑制されますが、数年後からは稈高が増すこと、②毎年のササの再生速度はとても早い半面、下刈りにより一定の高さに制御できること、③ヒノキの樹高成長は梢端が被圧されなければ低下しないこと、です。

したがって、現地の状況をみて下刈りの要否を判断したり隔年で実施したりするよりは、皆伐後の速やかな植栽と毎年の集中的な下刈りによって、ササが本格的に高くなる前にヒノキをササより高くし、被圧による樹高成長の停滞を回避した方が有利です。

下刈りを励行した場合にヒノキがササの最大高（クマイザサの場合は200cm程度）を越すのは植栽後3～4年程度（渡邊ら2001）だと考えられます。つまり、水平方向の被圧による直径成長への影響を許容できるならば、下刈りの総回数を現状よりも1～2回減らすことが可能だと推測されます。今後は、実際に下刈りスケジュールを変えたモデル事業値において、下刈り頻度が成長に及ぼす影響を実証する必要があります。また、ヒノキの成長量を評価するとともに、下刈り期間を終了する判断基準について考えていきたいと思えます。

引用文献

- ・長谷川孝三・野原勇太（1934）笹の薬剤枯殺に就て（豫報）．日本林學會誌16：470-480
- ・国土交通省国土政策局国土情報（2021）国土数値情報（オンライン）、<http://nlftp.mlit.go.jp/k/sj/>（参照：2021年1月14日）
- ・林業科学技術振興所（1985）関東・中部地方におけるササ資源量および我が国の地域別ササ資源量の事前評価（農林水産省大型別枠研究（バイオマス変換計画）昭和59年度委託事業報告書）
- ・渡邊仁志・茂木靖和・三村晴彦（2021）ササ地における下刈りの省略がヒノキ植栽木の成長に及ぼす影響．中部森林研究69：印刷中
- ・山川博美・重永英年・荒木眞岳・野宮治人（2016）スギ植栽木の樹高成長に及ぼす期首サイズと周辺雑草木の影響．日本森林学会誌98：241-246

編集後記

今年度の事業は、無事終わることができました。ご協力・ご支援頂いた皆様に深く感謝いたします。

新年度もコンテナ苗（緩効性肥料を用いたヒノキ苗、カラマツ（当年生）苗）については、引き続き継続調査を進めて参ります。また、無人航空機等を活用した測量・跡地検査・収穫調査の方法について、さらなる検討・検証にも取り組むとともに、各種研修の支援・検討会の開催等も実施する予定です。

引き続き、皆様方のご支援・ご協力をよろしくお願い申し上げます。