

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月 20日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2012

課題番号：21580183

研究課題名（和文） 間伐など針葉樹人工一斉林の伐採にともなう林床の微気象環境および植物群落の変動

研究課題名（英文） Effect of thinning for the stand floor micro meteorology and plant communities in conifer plantations

研究代表者

作田 耕太郎（SAKUTA KOTARO）

九州大学・大学院農学研究院・助教

研究者番号：10274523

研究成果の概要（和文）：間伐などの伐採が行われた針葉樹人工林分においては、大面積皆伐、帯状伐採、列状間伐そして単木状伐採の順で林床の微気象因子の変化が小さかった。帯状伐採林分では、林床の微気象因子が大面積皆伐地と近く、土壌含水率はより高かったため、林分の更新を図る上での有効性が示唆された。このことは、帯状伐採地の林床植生の順調な遷移状態によっても支持され、また残存林分の常緑性前生稚樹に由来する常緑広葉樹種も豊富だった。

研究成果の概要（英文）：The changes of the stand floor micro meteorological factors in the thinned conifer plantations, were small in the order of large area clear cutting, strip-cutting, and line thinning and single tree felling. In the case of sprit-cutting plantations, the micro meteorological factors of stand floor were equivalent to that of the large area clear cuttings. And, it was suggested by the higher soil water content, the strip-cutting was effective method for stand recruitment. This consideration was supported by favorable successions of the stand floor vegetation in the split-cutting plantations.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
総計	3,800,000	1,140,000	4,940,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：森林学・森林科学

キーワード：間伐、帯状皆伐、林床植生、微気象、先駆性樹種、埋土種子、保残林分、森林管理

1. 研究開始当初の背景

近年、日本国内では林業採算性の低下や山林労働者の不足などから、完全施業放棄型や保育作業を適切に行わない粗放型の人工林が増加傾向にある。その一方で、森林管理においては持続可能な森林経営および生物多

様性の保全と再生などの実現が国際的な目標となっており、森林における生物多様性への負のインパクトを軽減した管理が必要とされてきている(1,2)。我が国における人工林面積は全森林面積の約40%と高く、その多くが単一樹種の一斉林であることから、生

態系管理の実現には人工林も視野に入れた研究が不可欠である(1)。

完全施業放棄型や粗放型の一斉林においては、間伐を中心とした林分構造の改変によって林内(林床)の微気象環境を改変し、林内植生の増加を図る必要がある。しかしながら、素材生産を目的とする森林経営に比べた場合、生物多様性の維持と回復を目的とする林分改変量の指針となる調査・研究例は非常に少ない。その中で研究代表者らは、林縁効果によって植物多様性の保全などの効果が得られる(3)とされている帯状伐採を21年生ヒノキ人工林で実施し、伐採前後の林床の微気象環境と植生の変化について継続的に調査を行うことから、事例的な知見を得た(4)。林床の微気象環境に対する伐採の影響は光量と地温に対して大きく、主にこの2因子によって林床植生は変化を促されると考えられた。さらに、林縁部や伐採残存部において微気象環境に影響が及ぶ範囲は、伐採面の面積のみならず形状にも左右されることも示唆された。加えて、伐採による林床の微気象環境の変化に対する埋土種子群の反応には、種によって差異があること(5)も明らかになった。したがって、人工林における林分構造の改変を適正に行うことで、人為的な林床植生の量的制御のみならず、質的な制御についても可能性が見いだされた。しかしながら、更なる研究例の蓄積が必要な段階にある。

引用文献

- (1)長池卓男(2000)人工林生態系における植物種多様性. 日林誌 82: 407-416
- (2)長池卓男(2002)森林管理が植物種多様性に及ぼす影響. 日本生態学会誌 52: 35-54
- (3)溝上展也(2004)スギ・ヒノキ人工林における帯状・群状伐採の意味. 森林科学 41: 28-34
- (4)作田耕太郎・谷口 奨・井上昭夫・溝上展也(2009)ヒノキ人工林における帯状伐採が林床の微気象と樹木種の多様性に与える影響. 日林誌 91: 86-93
- (5)鷲谷いづみ(1998)芽生えの定着に適した季節と場所を選ぶための発芽戦略. 林業技術 679: 11-14

2. 研究の目的

林冠構成木に対する、間伐・枝打ちなどの保育作業を通じての林床の微気象環境の制御によって、林内植物群落やその多様性を高く維持することは非常に重要視されてきている。しかしながら、林分に対する人為的改変と、林床の微気象や植生との量的対応や質的向上との関係性については必ずしも明らかではない。

以上より本研究は、帯状伐採が行われた針

葉樹人工林での調査を中心として、

- (1)針葉樹人工林伐採後の林床の微気象環境の実態
- (2)伐採後の林床植生および種多様性の変化
- (3)伐採面に植栽されたヒノキ苗木の成長の三点について明らかにすることを目的とし、これらの関係性について考察することより、今後、重要性を増していくと考えられる森林の生態系管理における指針として資することを最大の目的とした。

3. 研究の方法

(1)対象林分および試験地

本研究においては、以下のスギ・ヒノキ人工林を対象として、固定試験地を設定した。大分県民の森と九州大学附属演習林には複数のスギ・ヒノキ一斉林分があり、施業計画に沿った経営が行われている。また、立花口圃場では植栽後28年が経過し、林冠閉鎖後の保育作業などが特に行われていないヒノキ林分を対象とした。

①大分県民の森(大分県大分市: 33° 7' N, 131° 32' E)

大分県民の森は「大分県長期育成循環施業モデル団地」となっており、伐期に達したスギ・ヒノキ人工林に対して、平成18年から列状・帯状・大面積皆伐および単木状間伐などの経営計画が立案され、実施されている。これら形状および面積の異なる伐採が行われた林分において、固定試験地を平成21年から22年にかけて設置した。

②九州大学農学部立花口圃場(福岡県糟屋郡新宮町: 33° 40' N, 130° 29' E)

保育作業が行われておらず、林冠の閉鎖したヒノキ林分があり、平成21年から22年にかけて帯状伐採部分を試験地とした。

③九州大学農学部附属演習林第9林班(福岡県糟屋郡篠栗町: 33° 37' N, 130° 31' E)

主に単木状での間伐が行われており、平成22年に強度間伐(本数間伐率50%)が行われた50年生スギ林分に試験地を設置した。

(2)微気象環境の観測

①光環境

各試験地において、デジタルカメラ(COOLPIX950, Nikon, 東京)と魚眼レンズ(FC-E8, Nikon, 東京)によって全天空画像の撮影を行い、相対光強度とGap Light Index(GLI)を推定した。全天空画像の撮影と同時に、波長別光強度測定装置(MS-720, EIKO, 東京)によって光質の測定を行い、R/FR比を算出した。

②光を除く微気象環境

それぞれの試験地にて、大気の温湿度、土壌含水率、および地温を計測するセンサー類を設置し、適宜メンテナンスを行いながら継

系統的にデータを収集した。気象観測センサーは、帯状伐採林分では伐採面を横断する直線上で、伐採部・左右の林縁部・残存部にそれぞれ設置し、対照とした皆伐林分においては伐採面中央に設置した。なお、列状伐採林分と単木状伐採林分では、これらの因子については計測を行わなかった。

(3) 植栽苗木の成長

帯状伐採が行われた大分県民の森の54年生スギ林分において、伐採面にヒノキ苗木を植栽することで更新が図られた、南北1つずつの2つの林分を対象に、植栽後1年での更新木の成長を測定した。

(4) 植生調査

各試験地において、林床植生の変化について明らかにするために、試験地内の林床植生の群落被覆面積と木本植物の種ごとの個体数などについて調査を行った。

① 大分県民の森

単木状間伐、列状間伐、帯状皆伐そして大面積皆伐の4種の伐採が行われた林分について、それぞれ伐採面を無植栽とした林分の林床の木本植物の種数と個体数を記録した。

② 立花口圃場

過去に林床の木本植物の種数と個体数について調査が行われた、伐採直後と1年目の結果に加えて、8年目の調査を行った。また、特にヒノキ実生の天然下種更新についても調査を行った。

③ 九州大学演習林

強度間伐前後、および1年目の林床植生の被覆量および木本植物の個体数について調査を行った。

4. 研究成果

(1) 伐採が行われた針葉樹人工林分の光環境

大分県民の森および立花口圃場の帯状伐採林分での光環境の推定より、相対光強度は伐採地中央部、林縁部そして残存部の順に低くなることが明らかとなった。図1に大分県民の森の北向き斜面と南向き斜面の帯状伐採林分における Sky Factor (開空率) に対する GLI の関係を示す。GLI は開空率が高くなるほど値が高くなる、ほぼ直線的な関係を示した。総体的には、橙色で示した南斜面が緑色で示した北斜面のよりも高い GLI を示しており、開空率が同程度であっても斜面方位によって、年間の受光量には差が発生することが明らかとなった。加えて、帯状伐採の場合には左右 (ここでは東西) 林縁 (▼および▲) の間にも光環境に差が起きうることも示された。

九州大学演習林の強度間伐 (本数間伐率 50%) 林分の GLI は、間伐前の 0.12 から間伐

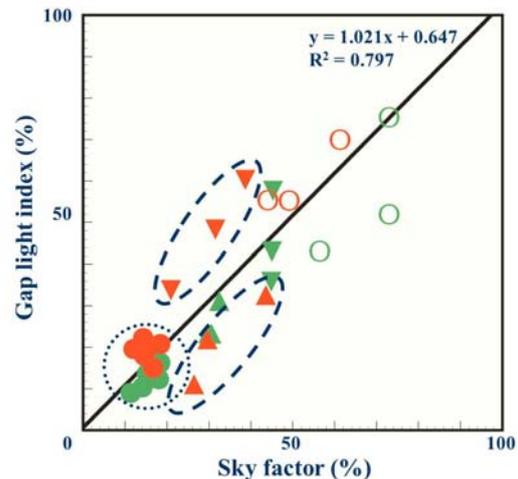


図1 開空率に対する GLI

後には 0.23 へ上昇した。50%という強度な間伐ながら、図1における林内部分と林縁部分の中間程度の数値だった。下層間伐であり、さらに北向き斜面だったことが光環境の変化量の小ささに影響したと考えられるものの単木状間伐では、光環境は大きくは改善されない典型的な事例と判断される。

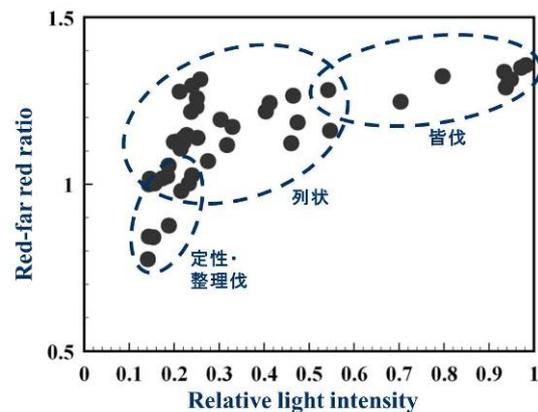


図2 相対光強度に対する R/FR 比

続いて、図2に大分県民の森の大面積皆伐地、列状間伐地そして単木状間伐地における相対光強度に対する R/FR 比について示す。相対光強度の低下にともなって R/FR 比 (近赤色光に対する赤色光の比) は低下し、両者は対数曲線で近似された。相対光強度と R/FR 比は、大面積皆伐を行った林分でもっとも高く、単木状間伐の林分でもっとも低かった。

(2) 帯状伐採地の光以外の微気象環境

大分県民の森の大面積皆伐林分と帯状伐採林分の伐採部および残存部を比較したところ、帯状伐採部では皆伐林分と同等の温度 (気温・地温) 環境だった。土壌含水率は、伐採部中央 (特に北向き斜面) がもっとも高

く、皆伐林分で最低だった。带状伐採地内（間）での温度と水分環境については、温度環境には大きな差異は認められなかったが、地温の年較差については北向き斜面が南向き斜面よりも大きかった。また、それぞれの林分の左右（東西）林縁部を比較すると、いずれの林分においてもGLI (Gap light index) がより大きい林縁で気温と地温の日較差が大きかった。土壌含水率については、南北両斜面においても伐採部が最高だった。このように、带状伐採部は温度環境については皆伐林分と同等でありつつ土壌含水率ももっとも高い、苗木や自然植生の生育に適した箇所となる可能性が示された。

(3) 带状伐採地における植栽苗の成長

平成 21 年に伐採および植栽が行われた、大分県民の森の带状伐採試験地におけるヒノキ苗のサイズ構成について比較した(図 3)。苗高には斜面方位の影響は認められなかったものの、地際直径に差が認められた。その結果、形状比の高い個体は北向き斜面に、低い個体は南向き斜面に偏って存在していた。この結果には図 1 で示したような年間受光量 (GLI) の差が影響した可能性がある。

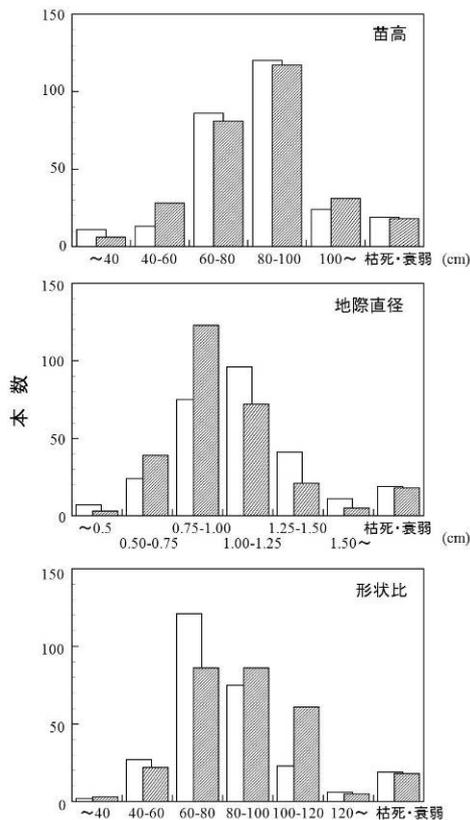


図 3 带状伐採地におけるヒノキ植栽苗のサイズ構成
□ ; 南向き斜面, ■ ; 北向き斜面

(4) 伐採が行われた針葉樹人工林分の林床植生の初期遷移

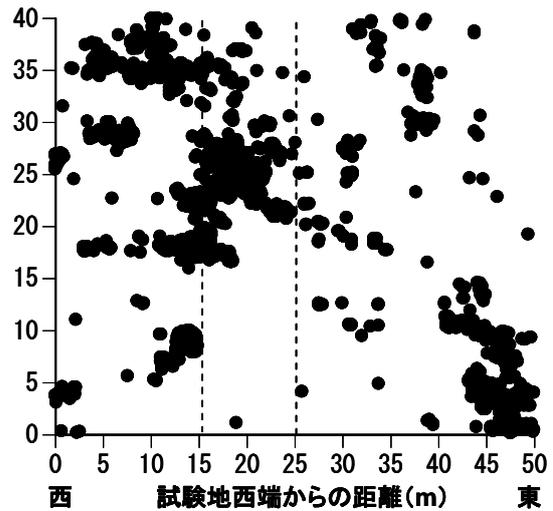


図 4 带状伐採地におけるヒノキ実生の分布

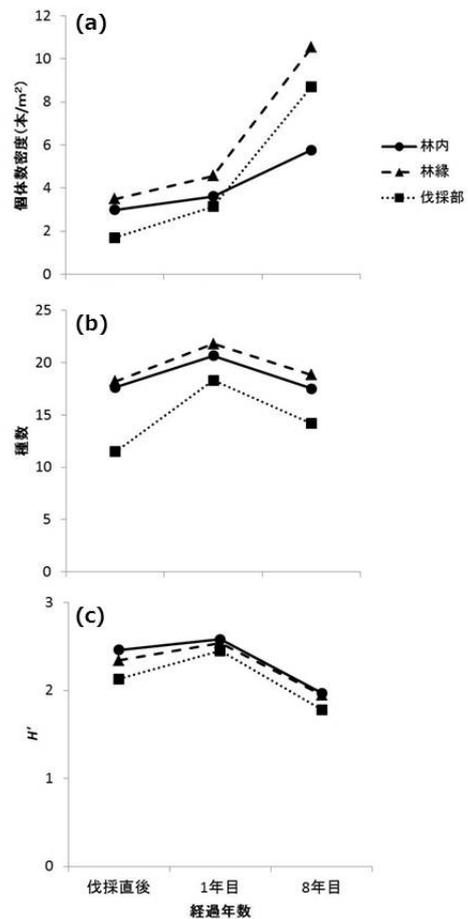


図 5 立花口圃場における林床植生の変化

立花口圃場における伐採 5 年目でのヒノキ天然下種更新について図 4 に示す。ヒノキ実生は $14,000 \text{ 本 ha}^{-1}$ 確認され、特に伐採面と残存林分の林冠ギャップ下に集中しており、ヒノキの種子散布様式から判断した場合、带状伐採は林床植生の制御によって天然下種

更新に有効となる可能性が示唆された。

また、立花口圃場での植生遷移(図5)においては、木本植物の個体数は徐々に増加し、伐採面と林縁部の増加率は同程度で、保残林内の2倍以上だった。8年目の種数は1年目よりも少なく、伐採直後と同程度だった。種の多様度は8年目がもっとも低かった。伐採後1年目には、前生の耐陰性の高い樹種と埋土種子に由来する先駆性樹種の両者が混在したものの、8年目では先駆性樹種が大きく減少し、伐採前の種構成に近づいたことが種の多様度の低下につながったと考えられた。しかし、伐採面の群落高は最大7m、林縁部でも3mを越え、発達した階層構造を有していた(図6)。

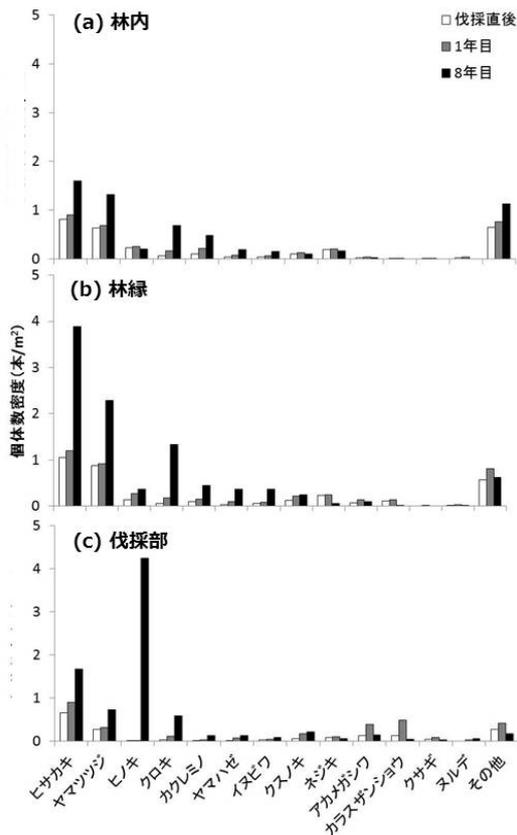


図6 立花口圃場における林床植生の階層構造(伐採8年目)

大分県民の森における伐採種間での比較では、単木状伐採が個体数、種数ともにもっとも少なく、林分の多様性を高めるには不適と考えられた。帯状、列状そして皆伐を比較した場合、個体数と種数に大きな差はなかった。しかし、列状伐採では林床の群落高は最大1.5mと帯状および皆伐の半分以下であり、多くが樹高50cm以下の個体だった。帯状と皆伐では個体数、種数そして群落の階層構造も非常に近かったが、帯状伐採では、保残林分に由来すると思われる耐陰性の高い常緑

樹種がより高い割合で存在し、今後の植生遷移においては皆伐よりも早く進行する可能性があった。

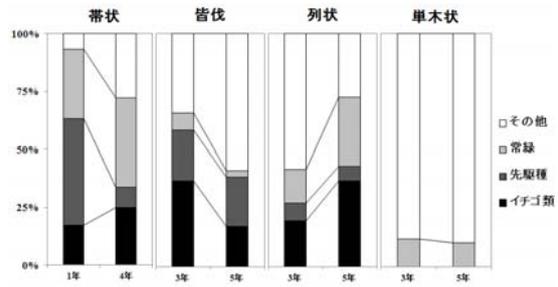


図7 大分県民の森における伐採種による林床植生の種構成割合の相違

(5)まとめ

本研究においては、帯状伐採林分での調査を中心とした、針葉樹人工林分での間伐など伐採後の林床の微気象環境と林床植生の変化について検討してきた。

伐採が行われた林分においては、大面積皆伐、帯状伐採、列状間伐そして単木状伐採の順で林床の光環境の変化の度合いが小さくなった。帯状伐採の行われた林分では、光環境は大面積皆伐地に近いものとなった。これに付随して、気温や地温などの微気象因子も大面積皆伐と近く、一方で土壌含水率はより高い値を示していたことより、針葉樹人工林分の更新を図る上で、帯状伐採の環境因子からの有効性が示された。

このことは、帯状伐採地の林床植生の順調な遷移状態によっても支持される結果を得ることが出来た。さらに、大面積皆伐地と帯状伐採地の植生の種構成割合を比較すると、残存林分の常緑性前生稚樹に由来すると思われる常緑広葉樹種の侵入も顕著だった。この点については、種子供給源(母樹)と更新面との距離、そして植生の発達状態についての研究を積み重ねる必要があると考えられた。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 0件)

[学会発表](計 13件)

①立石明子, 帯状伐採が行われた針葉樹人工林分における林床植生の初期遷移, 第68回九州森林学会大会, 2012年10月27日, 熊本県立大学(熊本市)

②作田耕太郎, ハチク林とヒノキ人工林および常緑広葉樹二次林における林床の光環境の比較, 第68回九州森林学会大会, 2012年10月27日, 熊本県立大学(熊本市)

③作田耕太郎, スギ林における林床の光環境と植生に対する強度間伐の影響, 第123回日本森林学会大会, 2012年03月28日, 宇都宮大学(宇都宮市)

④作田耕太郎, 帯状伐採されたスギ林分における地温と水分環境, 第67回九州森林学会大会, 2011年10月29日, 鹿児島大学(鹿児島市)

⑤作田耕太郎, 数種の間伐法が実施された針葉樹人工一斉林の林床植生, 第66回日本森林学会九州支部大会, 2010年10月9日, 長崎大学(長崎市)

⑥作田耕太郎, 斜面方位の異なるスギ林分での帯状伐採後のヒノキ植栽木のサイズ分布, 第121回日本森林学会大会, 2010年4月3日, 筑波大学(つくば市)

⑦福山 聖, 帯状伐採されたヒノキ林分における天然下種更新, 第121回日本森林学会大会, 2010年4月3日, 筑波大学(つくば市)

[図書] (計 0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

○取得状況 (計 0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

[その他]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

作田 耕太郎 (SAKUTA KOTARO)

九州大学・大学院農学研究院・助教

研究者番号: 10274523

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者 ()

研究者番号: