

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 26 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26450199

研究課題名(和文) 針葉樹人工林の帯状・群状択伐方式における伐区の時空間配置の最適化

研究課題名(英文) Optimization of spatial and temporal distribution of strip and group openings in conifer plantations

研究代表者

溝上 展也 (Mizoue, Nobuya)

九州大学・農学研究院・准教授

研究者番号：00274522

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：多様な森づくりが世界的に指向されている一方で、大面積を一度に伐採・更新する「皆伐方式」が一般的である。本研究では、小面積の伐採面を分散させる「帯状・群状択伐方式」に着目し、次の結果を得た。1) 植栽木の良好な成長を維持するために最低限必要な群状伐区のサイズは、スギで2500m<sup>2</sup>、ヒノキで900m<sup>2</sup>であり、スギの帯状択伐の場合は保残木の樹高程度の帯幅が最低必要である。2) スギ林の場合、高頻度(回帰年10年)で0.2haの伐区面積で群状択伐を実施することで、木材生産機能が維持された択伐林業が可能である。

研究成果の概要(英文)：Recently, diverse forest types are required, but clearcutting system is still common in many countries. This study focused on strip/group selection systems in conifer plantation, and we have the two main conclusions as follows. (1) In order to maintain appropriate growth of planted trees within group openings, we need at least 2500m<sup>2</sup> and 900m<sup>2</sup> size of openings for Sugi and Hinoki plantations, respectively. In case of strip selection in Sugi plantation, the strip width should be at least equivalent to tree height of residual trees. (2) In case of Sugi plantation, shorter rotation (10 years) with 0.2ha sized opening is recommended to maintain appropriate productivity under group selection system.

研究分野：森林計画学

キーワード：群状択伐 帯状択伐 伐採強度 回帰年

### 1. 研究開始当初の背景

森林に対するニーズの多様化にともない、スギやヒノキなどの針葉樹人工林に対しては木材生産以外の様々な生態系サービスを提供させることが世界的に求められている。これまでの人工林経営方式の世界的主流は、大面積の森林を一度に伐採・更新する「皆伐方式」である。「皆伐方式」では年齢や大きさの等しい樹木で構成される「同齢単層林」が造成されるため、経済効率の観点からは有利であるが、生物多様性の低下や環境変動への脆弱性が問題視されている。これに対して、大面積を一斉に伐採するのではなく部分的に帯状もしくは群状に分散させて伐採する「帯状・群状択伐方式」の導入が国内外ともに注目されるようになり、この方式から造成される「異齢複層林」への転換による生態系サービスの向上が世界的に期待されている。しかしながら国内外ともに、「皆伐方式」一辺倒の林業常識から脱却できない状況にある。

### 2. 研究の目的

本研究では、小面積の伐採面を分散させる「帯状・群状択伐方式」に着目し、帯状・群状の伐採面をどの程度の大きさ・形状にすればよいのか、そして、それらの伐採面を空間的にどのように配置すればよいのかについて解明することを目的とする。

### 3. 研究の方法

調査対象地は、当グループが過去 10 数年の間に大分県・宮崎県内に設定した帯状・群状択伐試験地である。まず、全ての試験地において再測を実施し、10 数年間の長期動態を記述し、競争指数モデルや光環境モデル等を改良・考案することで、長期動態の予測が可能なモデルを構築した。次いで、この動態モデルを用いて、伐区内の良好な成長が維持できる帯状・群状伐区の大きさ・形状に関する最適解を提示した。さらに、構築した成長モデルを用いて、森林レベルの面積を対象にモデルシミュレーションによって、回帰年(10、20、25年)と伐区面積(0.05、0.1、0.2、0.5ha)の検討を行った。

### 4. 研究成果

#### <大分県・帯状択伐試験地>

大分県に設置している帯状択伐試験地のスギ・ヒノキ保残区、帯状伐採-ヒノキ植栽区、帯状伐採-無植栽区の調査、再測を行った結果は以下のとおりである。ヒノキ植栽木の成長については、皆伐区の植栽木と帯状伐採区の植栽木が統一的に推定できる成長モデルを構築することができ(図1)、伐採強度に対して柔軟な成長予測が可能となった。無植栽区の植生動態モデルについては、昨年度までのデータからさらに伐採後の経過年数が増したデータを追加することができ、より

長期の植生成長(本数と平均樹高および上層木樹高)の推定が可能となった。

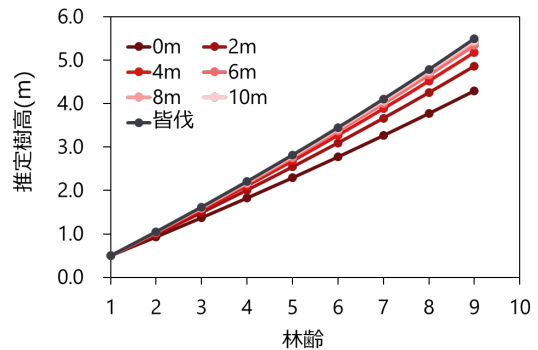


図1. 皆伐区と林縁距ごとの樹高成長の比較

(池田ら 2017.3 日本森林学会ポスター発表)

スギ・ヒノキ保残区については、林縁に近いほど樹高、胸高直径が小さくなり、曲がりになる確率が高いことが分かったが(図2)、一斉林と比較すると、曲がりや枯死率には有意な差がなく、林木の形質は両者で同等あるといえた。

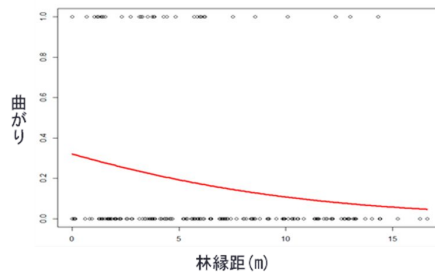
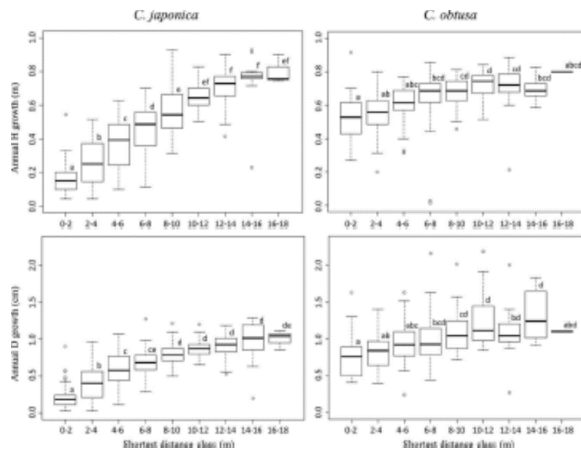


図2 林縁からの距離と保残木の曲がり発生確率との関係(鎌田真希 2016年度九州大学卒業論文)

#### <宮崎・群状択伐試験地>

スギ、ヒノキを植栽木とする面積約 0.1ha 群状択伐地をそれぞれ選定し、植栽木の位置、樹高、直径を測定した。樹高と直径については6年生時と13年生時の2度測定を行った。スギについては、樹高の場合で林縁から10mの範囲、直径の場合で林縁から8mの範囲で連年成長量の低下が見られた。ヒノキについては林縁から6mの範囲で樹高と直径の連年成長量に低下が見られたものの、その低下の程度は小さかった(図3)。林縁からの最短距離が連年成長量に与える影響を回帰分析により検討した結果、スギでは、林縁からの最短距離が樹高の連年成長量の63%、直径の連年成長量の60%をそれぞれ説明できた。一方で、ヒノキでは、樹高の連年成長量の20%、直径の連年成長量の18%をそれぞれ説明できるとどまった(図3)。以上の結果から、スギと比べて、ヒノキは林縁

での連年成長量の低下が少ないと言えた。このことから、0.1haの群状択伐地に植栽する樹種としてはスギよりもヒノキのほうが



望ましいと結論づけた。

図3 スギ(左図 *C. japonica*)とヒノキ(右図 *C. obtuse*)における年平均樹高成長量(上図)および年平均直径成長量(下図)と林縁からの距離との関係 (Ito et al. 2017)

次に、上記の6年生時と13年生時の計測データを用いて、保残木のサイズと位置情報から算出できる簡単な競争指数を用いて、群状伐区内の任意の位置における植栽木の樹高を推定するモデルを構築した。そのモデルを基に、伐区面積と伐区の形状を変化させたときの植栽木の平均樹高を算出し、植栽木の成長の観点から最適な伐区サイズと伐区形状を検討した。その結果、植栽木の良好な成長を維持するために最低限必要な群状伐区のサイズは、スギで2500m<sup>2</sup>(図4)、ヒノキで900m<sup>2</sup>(図5)であり、形状は長方形よりは正方形の方がよいことが分かった。同様の解析を大分県の帯状択伐林試験地で実施した結果、スギの帯状択伐の場合は保残木の樹高程度の帯幅が最低必要であることが分かった。

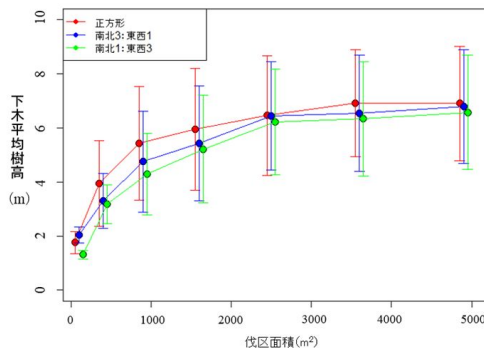


図4 スギにおける伐区面積・伐区形状と植栽木の平均樹高との関係(伊藤一樹 2014年度 九州大学卒業論文)

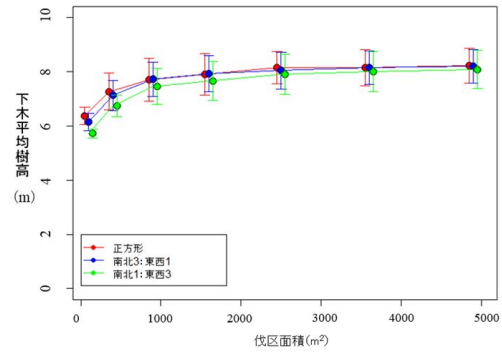


図5 ヒノキにおける伐区面積・伐区形状と植栽木の平均樹高との関係(伊藤一樹 2014年度 九州大学卒業論文)

最後に、スギ群状択伐林の長期的な成長予測が可能な成長モデルを構築し、森林レベルの面積を対象にモデルシミュレーションによって、回帰年(10、20、25年)と伐区面積(0.05、0.1、0.2、0.5ha)の検討を行った。その結果、高頻度(回帰年10年)で0.2haの伐区面積で群状択伐を実施することで、木材生産機能が維持された択伐林業が可能であることが示唆された(図6)。

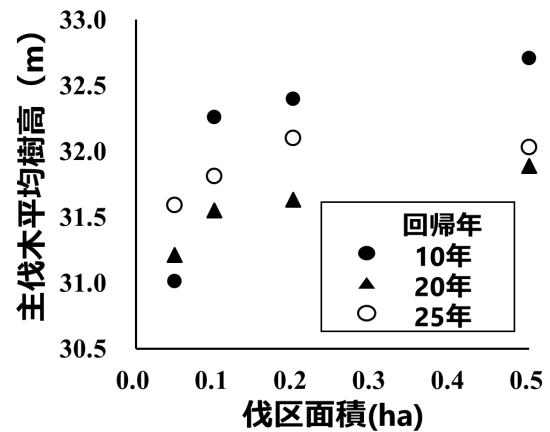


図6 群状択伐経営方式における回帰年および伐区面積と主伐時における平均樹高との関係(伊藤一樹 2016年度 九州大学修士論文)

5. 主な発表論文等  
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計5件)  
Ito K, Ota T, Mizoue N, Sakuta K, Inoue A, Ito S, Okada H, Differences in growth responses between *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* planted in group selection openings in Kyushu,

southern Japan, Journal of Forest Research, 22, 2, 126-130, 2017.03 査読有  
Chheng Kimsun, Mizoue Nobuya\*, Khorn Saret, Kao Dana, Sasaki Nophea, Tree-based approach to evaluate size dependence of residual tree damage caused by selective logging: Case study in tropical semi-evergreen forests of Cambodia, Forest Ecology and Management, 356, 285-292, 2015.11,  
Inoue, A. and Nishizono, T. (2015) Conservation rule of stem surface area: a hypothesis. European Journal of Forest Research 134(4): 599-608 査読有  
井上昭夫 (2014) 樹幹表面積と林分密度の自己間引き曲線. 森林計画学会誌 48(1): 35-36 査読有  
永野美穂・井上昭夫・三小田憲史・宮沢良行・丸山篤志・高木正博・大槻恭一 (2017) 阿蘇地域のヒノキ高齢低密度人工林における遮断率の観測. 日本森林学会誌 99(2): 70-73

[学会発表](計13件)

溝上展也, 太田 徹志, 伊藤一樹, 池田正, 谷口寛昭, 吉田 茂二郎, 森林経営計画における主伐の実施基準の再検討, 第128回日本森林学会大会, 2017.03.28.  
溝上展也, 太田 徹志, 伊藤一樹, 池田正, 吉田 茂二郎, 針葉樹人工林におけるいくつかの主伐方式について, 第72回日九州森林学会大会, 2016.11.05.  
溝上展也, 太田 徹志, 保坂武宣, 作田耕太郎, 井上昭夫, 吉田 茂二郎, 大分県長期育成循環施業モデル団地の経過報告 - 10年目の結果 -, 第71回日九州森林学会大会, 2015.10.06.  
伊藤一樹, 太田 徹志, 溝上展也, 吉田茂二郎, スギ群状択伐施業における回帰年・伐採強度の最適化 -シミュレーションによる検討-, 第72回九州森林学会大会, 2016.11.05.  
池田 正, 太田 徹志, 岩永 史子, 福本桂子, 吉田 茂二郎, 保坂武宣, 作田耕太郎, 井上昭夫, 溝上展也, 群状・帯状伐採地におけるスギ・ヒノキ植栽木の成長, 第128回日本森林学会大会, 2017.03.27.

[図書](計0件)

[産業財産権]

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

[その他]

ホームページ等

<http://hyoka.ofc.kyushu-u.ac.jp/search/details/K002510/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

溝上 展也 (MZIOUE, Nobuya)  
九州大学・大学院農学研究院・准教授  
研究者番号: 00274522

(2) 研究分担者

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

(3) 研究分担者

井上 昭夫 (INOUE, Akio)  
熊本県立大学・環境共生学部・教授  
研究者番号: 80304202