

林分施業法の選木技術

—エゾマツ・トドマツ・シナノキ・イタヤカエデ混交林の事例—

東京大学北海道演習林

京都府立大学大学院生命環境科学研究科

尾張 敏章・犬飼 浩・福士 憲司・小池 征寛
犬飼 慎也・算用子麻未・高橋 功一
美濃羽 靖

はじめに

林分施業法(6)に基づく天然林択伐施業において、伐採木の選定(選木)は基本をなす技術の一つである。著者らはこれまでに、東京大学北海道演習林(北演)の低標高域(300 m a.s.l.)に位置し、トドマツが優占する択伐林で選木試験を行い、林分施業法における選木の方法を具体的に示した(5)。一方、択伐林といっても林分構造や更新状況は様々であり、実際には各林分の状態に応じて選木が行われている。林分施業法の選木技術を総合的、体系的に示すためには、多様な択伐林を対象として調査を継続し、熟練技術者の持つ暗黙知を表出化(3)していく必要がある。

そこで本研究では、北演内の中標高域(600 m a.s.l.)に位置し、針葉樹(エゾマツ、トドマツ)と広葉樹(シナノキ、イタヤカエデなど)が混交する択伐林において、既報(5)と同様の方法で選木試験を実施した。試験の結果をもとに、択伐における伐採木の特徴(樹種、サイズ、形質・健全性、空間分布)を分析したので報告する。

資料と方法

1) 調査地の概況

調査地は北演7林班C小班択伐林分内の天然林施業試験地 No. 5241 とした(北緯 43° 18′, 東経 142° 36′, 標高 590–620 m)。面積は 0.25 ha, 西向き斜面に位置し、傾斜度は 4–11° である。主な樹種はトドマツ, エゾマツ, シナノキの3種で、イタヤカエデやオヒョウなどが混交する。林床はクマイザサで覆われている(1)。

2010年6月の定期測定結果(1)によれば、調査地内の立木本数(DBH \geq 5.0 cm)は144本(576本/ha), 立木材積は104.7 m³(418.6 m³/ha)であった。なお、立木材積は北演の1変数材積表により算出した。北演第2作業級(中～高標高域)における択伐林分の平均蓄積は253 m³/ha(8)であり、北演内でも比較的高蓄積の林分といえる。過去40年間に2回の択伐が行われており(1), 2010年度にも実行予定である。

2) 調査・解析方法

選木試験は2010年9月に行った。北演第12期試験研究計画(8)の方針に従い、材積伐採率を17%とした。調査地の立木材積から、予定伐採量は17.8m³と算出された。選木は勤続年数15年以上の技術職員3名が行った。うち2名は前報(5)で選木した職員である。いずれも収

穫調査の経験が長く、林分施業法の選木技術に精通している。予定伐採量を基準として3名の合意により選木し、伐採木の個体番号を記録した。2010年の測定データ(1)を用いて伐採木と非伐採木の樹種・DBHを集計し、両者を比較した。

また、調査地内にあるDBH 14.0 cm以上の全立木(n=83)を対象として、形質や健全性など、林分施業法の選木基準に関わる指標の有無を判定した。判定者は選木を行った技術職員3名とし、前報(5)で作成した調査票を一部修正(ネズミによる被食を追加)して本調査に用いた。選木の基準・指標は表-1のとおりである。技術

表-1 林分施業法における選木の基準と指標

基準	指標	部位・状態
A. 材質に欠陥	曲がり	元・中・先
	キズ	元・中・先
	折れ	元・中・先
	割れ	元・中・先
	穴	元・中・先
	腐れ	元・中・先
	キノコ	元・中・先
	二叉	
	扁平	
	コブ	
	ねじれ	
B. 活力が低下	入り皮	
	枝多し	
	枯れ	全・半・先
	ヤニ	
	劣勢木	
	着葉量少	
	傾斜	
C. 他木の生育を阻害	芯止まり	
	根	倒れ・浮き・上がり
	被食	シカ・ネズミ
	虫	幹・葉
	隣接木	
	下木	
D. 収穫作業の支障	かかり木	
	共木	
	集材路上	

Toshiaki OWARI, Hiroshi INUKAI, Kenji FUKUSHI, Yukihiro KOIKE, Shinya INUKAI, Asami SANYOUSHI, Koichi TAKAHASHI (Univ. For. in Hokkaido, The Univ. of Tokyo, Furano 079-1561), Yasushi MINOWA (Grad. Sch. Life Env. Sci., Kyoto Pref. Univ., Kyoto 606-8522)

Tree marking techniques under the stand-based forest management system: A case analysis in a *Picea-Abies-Tilia-Acer* mixed stand

職員 6 名を被験者とした予備試験を行い、基準・指標の妥当性を現地で確認した。各指標の判定結果について、伐採木と非伐採木とを比較した。

選木の判断に影響を及ぼす要因を明らかにするため、伐採・非伐採を目的変数とする多重ロジスティック回帰分析を行った。統計解析ソフトウェアには Excel 2007 (マイクロソフト社) とエクセル統計 2008 (社会情報サービス社) を用いた。

さらに、調査地内の全立木 (DBH \geq 5.0 cm) について、根元位置の座標 (x, y, z) を測量し、樹高、枝下高、樹冠幅 (4 方向) の測定を行った (2)。以上のデータをもとに、林分構造可視化ソフトウェアの Forest Window (4) を用いて林分断面図と樹冠投影図を描画した。

結果

1) 伐採木の樹種とサイズ

選木試験の結果、計 11 本が伐採木として選ばれた。本数伐採率 (DBH \geq 5.0 cm) は 7.6% であった。伐採木の材積は計 15.4 m³、材積伐採率は 14.7% で、予定伐採量よりもやや少なめとなった。

伐採木と非伐採木の樹種別本数を表-2 に示す。伐採

表-2 伐採木と非伐採木の樹種別本数と比率

樹種	伐採木		非伐採木		計	
	n	%	n	%	n	%
シナノキ	4	36.4	15	20.8	19	22.9
エゾマツ	3	27.3	17	23.6	20	24.1
トドマツ	2	18.2	11	15.3	13	15.7
ベニイタヤ	1	9.1	11	15.3	12	14.5
オヒョウ	1	9.1	5	6.9	6	7.2
エゾイタヤ			5	6.9	5	6.0
ハリギリ			5	6.9	5	6.0
ウダイカンバ			1	1.4	1	1.2
イチイ			1	1.4	1	1.2
ヒロハノキハダ			1	1.4	1	1.2
合計	11	100.0	72	100.0	83	100.0

注) 胸高直径が 14.0 cm 以上の立木。

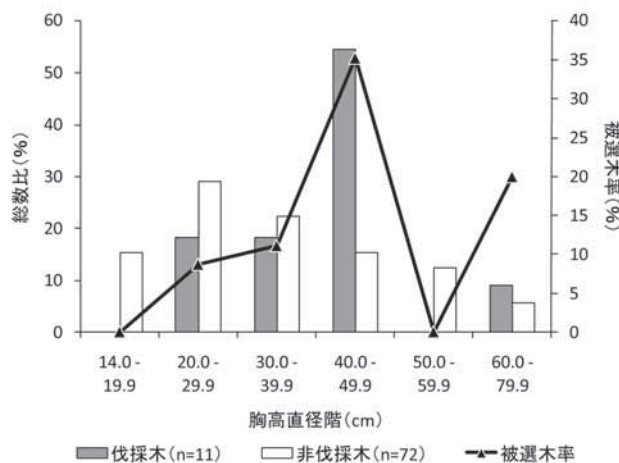


図-1 伐採木と非伐採木の胸高直径分布と被選木率

木の樹種はシナノキが 4 本で最も多く、次いでエゾマツ 3 本、トドマツ 2 本であった。前報 (5) と同様、調査地内において相対的に多数を占める樹種がより多く選木された一方、個体数の少ない樹種は選木されなかった。樹種別の立木本数と伐採木本数との間には有意な正の相関が認められた ($r=0.85, p<0.01$)。

伐採木・非伐採木の DBH 分布 (≥ 14.0 cm) および被選木率 (各 DBH 階における伐採木の割合) を図-1 に示す。伐採木と非伐採木の平均 DBH はそれぞれ 43.2 cm, 34.6 cm であり、前者は後者に比べて有意に大きかった ($p<0.05$, t 検定)。伐採木では DBH 40.0 - 49.9 cm 階が 6 本と過半数を占め、全立木の 3 割以上が伐採木として選ばれた。一方、DBH 50.0 cm 以上で伐採木として選ばれたのは 1 本のみであった。全体としては、DBH 階が大きいかほど高い被選木率となる傾向が認められなかった。

2) 選木基準に関わる指標の有無

伐採木と非伐採木について、各指標 (表-1) が有り判定された立木の対総数比を図-2 に示す。伐採木 11 本のうち 10 本 (91%) が下層木生育阻害していると判定された。また、枝多し (着枝量が多い)、隣接木生育阻害と判定された伐採木がそれぞれ半数以上を占めた。元腐れ (樹幹下部に腐朽)、中腐れ (樹幹中央部に腐朽)、元キノコ、ネズミ食 (ネズミによる被食)、元穴、入り皮 (成長過程で幹に巻き込まれた樹皮) と判定された立木が伐採木とされる比率は有意に高かった。

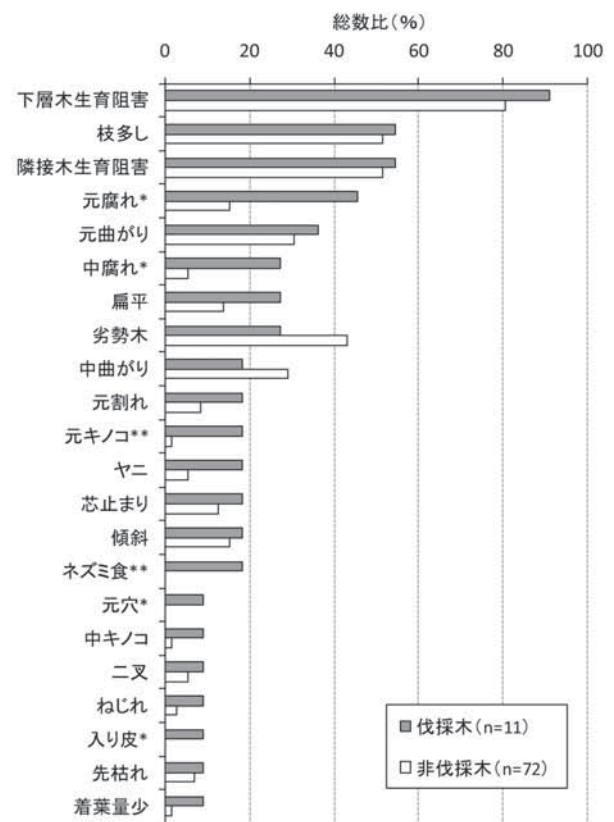


図-2 選木基準に関わる評価指標の判定結果

注) ** $p<0.01$, * $p<0.05$, カイ 2 乗検定。

3) 選木に影響を及ぼす要因

伐採木本数の上位 2 樹種（シナノキ、エゾマツ）、および伐採木とされる比率が有意に高かった 2 つの指標（元腐れ、中腐れ）の計 4 要因を説明変数とし、伐採・非伐採を目的変数とした多重ロジスティック回帰分析の結果を表-3 に示す。なお、DBH 階と被選木率との間に明瞭な傾向が認められなかったため（図-1）、DBH は分析から除外した。回帰モデルは有意であった ($p < 0.05$,

表-3 多重ロジスティック回帰モデルによる選木要因の分析結果

説明変数	偏回帰係数	標準誤差	p 値	オッズ比
樹種 (シナノキ:1, 其他:0)	2.059	0.994	0.038	7.840
樹種 (エゾマツ:1, 其他:0)	0.002	0.952	0.999	1.002
元腐れ(有り:1, 無し:0)	2.055	0.945	0.030	7.806
中腐れ(有り:1, 無し:0)	1.816	1.033	0.079	6.145

注) 目的変数: 伐採木:1, 非伐採木:0。

尤度比検定)。説明変数のうち、樹種（シナノキ）と元腐れの 2 つで有意性が認められた。樹種がシナノキであり、元腐れと判定される立木ほど、伐採木として選ばれる傾向にあることが示された。

4) 伐採木の空間分布

調査地の林分断面図と樹冠投影図を図-3 に示す。針葉樹と広葉樹が混交する多層構造であったが、林冠の一部にギャップが生じていた。伐採木は調査地全体に大きな偏りなく分布していた。主に林冠の中～上層を占める立木が選木された一方、最上層からの選木は少なかった。

択伐実行後の林分構造を仮想的に示すため、伐倒木を非表示として林分断面図と樹冠投影図を描画した（図-4）。伐採により、林冠ギャップが一部でやや広がったものの、林冠の構造に大きな違いは認められなかった。

考察

選木に影響を及ぼす要因を分析した結果、シナノキが有意に多く選木される傾向が認められた。前報(5)と同様、伐採木は林分内で本数の多い樹種から選ばれ、本数

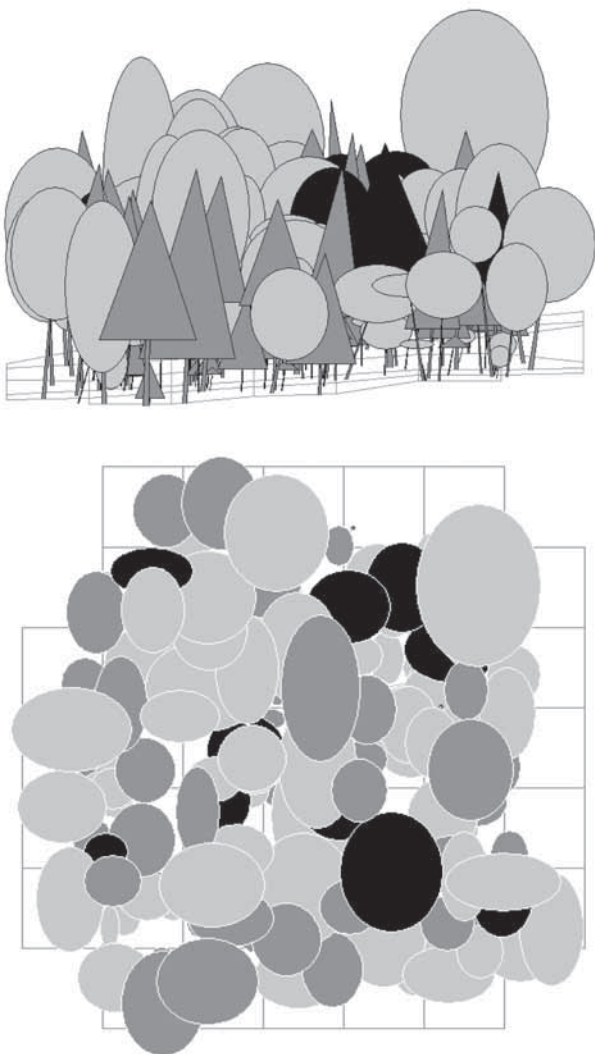


図-3 林分断面図と樹冠投影図（伐採前）

注) 濃灰色は針葉樹, 薄灰色は広葉樹, 黒は伐採木を表す。

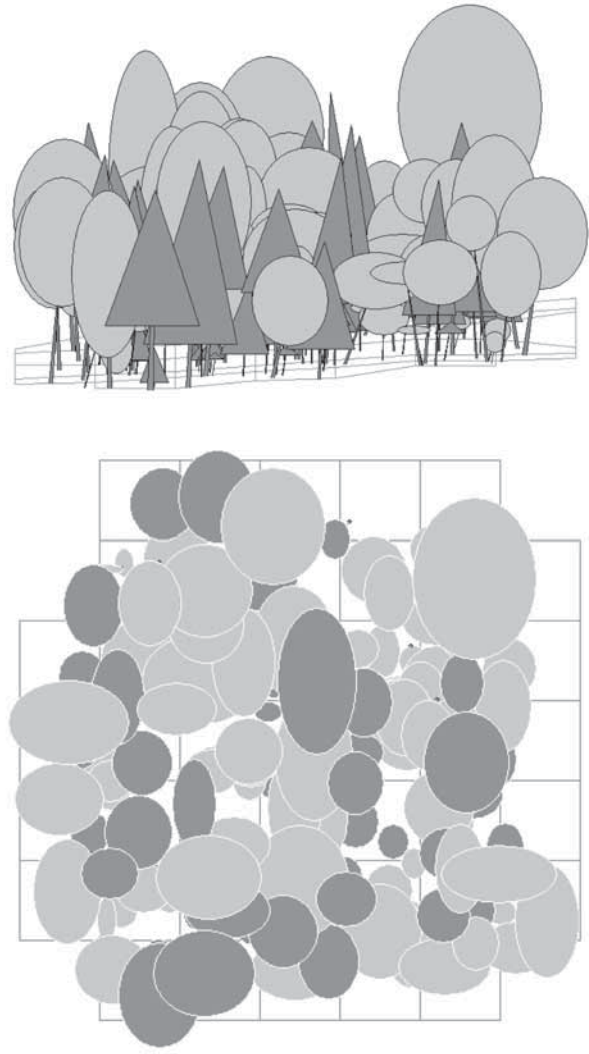


図-4 林分断面図と樹冠投影図（伐採後）

注) 図-3 に同じ。伐採木を非表示とした。

の少ない樹種からは選ばれなかった。樹種構成のバランスを考慮して選木されていることが、本研究の結果からも示唆される。ただし、シナノキとともに本数の多かったエゾマツについては、選木要因として有意でなかった。エゾマツは後継樹の確保が十分でなく(1)、密度・蓄積とも減っているため(7,8)、伐採を抑制する傾向にあることがうかがわれる。

選木基準に関わる指標のなかでは、元腐れと判定された立木が選木される傾向にあった。また、中腐れや元キノコと判定された立木が伐採木とされる比率が高かった。前回の試験(5)でも、腐朽有りと判定された立木が選木される傾向は同様にみられた。樹幹が腐朽に冒された立木は将来の価値成長が見込めず、次の択伐施業までの間に枯損する可能性も高いため、優先的に選木されたと考えられる。

立木のサイズについては、DBH 50 cm 未満の立木から伐採木が多く選ばれた一方、DBH 50 cm 以上の大径木からはほとんど選木されなかった。本調査地の大径木はエゾマツやハリギリ、シナノキであり、大径化に伴い材質劣化が顕著となるトドマツは含まれなかった。そのため、大径木であっても一層の材積・価値成長が期待できると判断されたものと推察される。また、大径木の伐採による支障木の発生や林冠ギャップの拡大を懸念して、選木されなかった可能性も考えられる。

伐採木の空間分布は、前報(5)と同様、大きな偏りが認められなかった。空間的なバランスを考慮した選木が行われていることを示している。伐採木が林冠の最上層から選ばれなかったのは、大径木の選木が少なかったのと同じ理由によると考えられる。林冠構造の改変は総じて小さかった。大きな林冠ギャップの形成はササの繁茂を促し、更新木の確保を一層困難にする。残存木の生育空間拡大を通じた成長促進よりも、伐採後のササ繁茂抑制をより重視した選木が行われていると言えるだろう。

おわりに

本研究により、北演の中標高域に位置する針広混交林

を対象とした林分施業法の選木技術の特徴を具体的に示すことができた。また、選木の判断に影響を及ぼす要因についても、既報(5)にはなかった興味深い示唆が得られた。今後も林分構造や立地環境の異なる林分を対象に同様の方法で調査を継続していくことが求められる。

本研究の実施にあたって、東京大学大学院農学生命科学科大学院生の辰巳晋一氏には現地調査に協力いただいた。厚くお礼申し上げる。なお、本研究の一部は日本学術振興会科学研究費補助金・若手研究(B)(課題番号:20710035)により行った。

引用文献

- (1) 犬飼慎也・福士憲司・小池征寛・算用子麻未・高橋功一・尾張敏章(2011) 東京大学北海道演習林の中標高域における択伐施業林と保存林の林分構造. 日林北支論 59 : 103-106.
- (2) 小池征寛・犬飼 浩・福士憲司・村川功雄・高橋功一・犬飼慎也・尾張敏章(2009) 東京大学北海道演習林における択伐施業林と保存林の林分構造の比較. 日林北支論 57 : 105-107.
- (3) 紺野 登(2002) ナレッジマネジメント入門. 日本経済新聞社, 東京, 167pp.
- (4) Nobori, Y. (2000) Forest Window. Japan Society of Forest Planning Press, 100pp.
- (5) 尾張敏章・犬飼 浩・小池征寛・美濃羽靖・中島 徹(2010) 林分施業法の選木技術. 日林北支論 58 : 101-104.
- (6) 高橋延清(2001) 林分施業法—その考えと実践—(改訂版). ログ・ビー, 札幌, 125pp.
- (7) 辰巳晋一・尾張敏章・山本博一・白石則彦(2009) 天然林択伐施業による42年間の林分構造の変化. 関東森林研究 61 : 53-56
- (8) 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林(2007) 北海道演習林第12期試験研究計画(自平成18年度至平成27年度). 演習林(東大) 46 : 215-350.