

# 天然林択伐作業に伴う残存木の損傷と稚幼樹の消失・発生

## —東京大学北海道演習林 51 林班の事例—

東京大学北海道演習林 高橋 功一・福士 憲司・小池 征寛  
犬飼 慎也・算用子麻未・尾張 敏章

### はじめに

東京大学北海道演習林（以下「北演」）は 1958 年以降、林分施業法に基づく天然林択伐施業を継続している(9)。択伐作業の実行によって残存する立木や稚幼樹に損壊・損傷が発生する。残存木への損壊・損傷は、林分の経済的価値を劣化させる(7)。また、稚幼樹の損壊によって更新が不十分となる懸念もある。他方、集材道上で多数の稚幼樹が観察されることもあり(8)、天然更新を促進するプラスの影響もあり得る。択伐施業の持続性を確保していくためには、択伐作業に伴う残存木や稚幼樹への影響に関する理解が不可欠である。

著者らはこれまで、北演の低標高域に位置する択伐施業林の林分構造(3)と更新状況(8)を明らかにした。調査対象とした試験地では、立木および実生・稚幼樹のサイズ別個体数や位置が記録されている(5, 8)。2009 年に同試験地内で択伐作業が行われた。本研究では、既存の調査データを用いながら、択伐作業後の残存木損傷と稚幼樹の消失・発生状況を新たに調査した。調査の結果をふまえ、持続可能な択伐施業の確立に向けた作業のあり方について若干の検討を行ったので報告する。

### 調査地と方法

#### 1) 調査地の概況

調査地は北演 51 林班 A 小班の天然林施業試験地 No. 5137 である。面積は 0.376 ha（傾斜方向に 53 m、等高線方向に 71 m の方形区）、標高は 320–360 m で、南西向き斜面に位置する。傾斜は 23–28° であって土壌は褐色森林土、トドマツとアサダが優占する針広混交林である。伐採前の立木本数（1,253 本/ha）、林分蓄積（421 m<sup>3</sup>/ha）とも北演の択伐林の平均よりやや多く、林床にササは少ない(3, 8)。

51 林班の造材作業は 2009 年 11 月 20 日に開始された。チェーンソー 3 名による伐倒と、D40 クラスのブルドーザー（排土板幅 2.8 m、車両総重量 12 t）2 台による全幹集材が行われた。本数伐採率と材積伐採率はそれぞれ 3.4% と 15.3% であった。作業時にはおよそ 10 cm の積雪があった。

#### 2) 調査方法

調査は 2010 年 8 月に行った。調査地内の全立木（DBH ≥ 5.0 cm）の位置図(5)をもとに、残存木の損傷・損壊の有無、伐採木の伐倒方向、集材道の位置を記録した。ここで損傷とは「先折れや樹幹の傷・傾斜などで、枯死はしないと思われる状態」、損壊は「幹折れや根倒れなどで、枯死した、または枯死すると思われる状態」と定義した(6)。

また、伐採作業に起因しない枯死個体は自然枯死に区分した。伐採木の伐倒方向は伐根の受口跡から推定した。

前報(8)において、調査地のほぼ中央に 100 m<sup>2</sup> (1 m × 1 m) の区画が等高線と平行な方向に 50 列、斜面直角方向に 2 列の計 100 区画)のサブプロット（図-2）を設定し、実生（樹高 30 cm 未満）、稚樹（樹高 30 ~ 130 cm）、幼樹（樹高 130 cm 以上かつ DBH 5 cm 未満）(I, 2)の樹種、樹高、位置を記録している。そこでこの位置記録をもとに、消失した実生・稚幼樹個体および発生した実生個体を調べた。また、サブプロット内にある全個体の樹種・樹高について再測定を行った。ここで個体の消失とは「前回調査時（2008 年）には生存していたが、今回調査（2010 年）では同じ位置に見つからなかった、あるいは枯死していた個体」、発生とは「前回調査時にはなかったが、今回調査で新たに見つかった個体」と定義した。損傷の状態については、先折れ、先枯れ、曲がり、食害（哺乳動物によると思われるもの）の 4 つに区分して記録した。

林冠開空率を区画別に求めるため、魚眼レンズを装着したデジタルカメラ（Nikon, COOLPIX880）を用いて各区画の中央で全天空写真を撮影した。林冠開空率の算出には画像解析ソフトの Canopon2 を用いた。林床植生の被陰による影響を除くため、撮影高は 130 cm とした(I)。各区画における実生・稚幼樹の総数と林冠開空率との相関係数を算出した。

### 結果

#### 1) 残存木の損壊と損傷

調査地において、択伐作業に伴い発生した損壊・損傷木の本数と材積を表-1 に示す。伐採前にあった立木本数の 7% が択伐作業によって損壊した。本数損壊率は伐採率の約 2 倍であった。また、伐採前立木本数の 5%、材積の 4% が損傷を受けた。択伐作業後も無被害であった立木は、本数・材積ともおよそ 8 割にとどまった。

表-1 択伐作業に伴う損傷・損壊木の本数と材積

	本数		材積	
	/ha	%	/ha	%
伐採前	1253	100.0	421.22	100.0
伐採	43	3.4	64.36	15.3
残存木				
損傷	64	5.1	15.40	3.7
損壊	88	7.0	1.73	0.4
自然枯死	24	1.9	3.88	0.9
健全	1035	82.6	335.85	79.7

Koichi TAKAHASHI, Kenji FUKUSHI, Yukihiko KOIKE, Shinya INUKAI, Asami SANYOUSHI, Toshiaki OWARI (Univ. Forest in Hokkaido, The Univ. of Tokyo, Furano, 079-1561)

Residual tree damage, seedling loss and regeneration after selection logging in a natural forest

- A case study within the compartment no. 51 at the Tokyo University Forest in Hokkaido -

図-1は損壊・損傷木の各本数を DBH 階別に示したものである。損壊木の DBH 階はいずれも 12 cm 以下であった。損壊木本数の 3分の2が6 cmに集中した。損傷木は DBH 階 6~46 cm の間で大きな偏りなく発生した。

調査地における伐採木と損壊・損傷木、集材道の位置を図-2に示す。伐採木は調査地中央の斜面下部に多かった一方、東側(図の右)では少なかった。立木の損壊、

損傷とも、伐採木の周囲で顕著に多く発生した。調査地には前回の択伐作業時に使われたと思われる2つの集材道跡があったが(8)、今回の作業ではいずれも利用されなかった。他方、調査地中央と東側の斜面上部には新たに集材道が作設された。損壊・損傷木は新設集材道沿いに多く発生した。

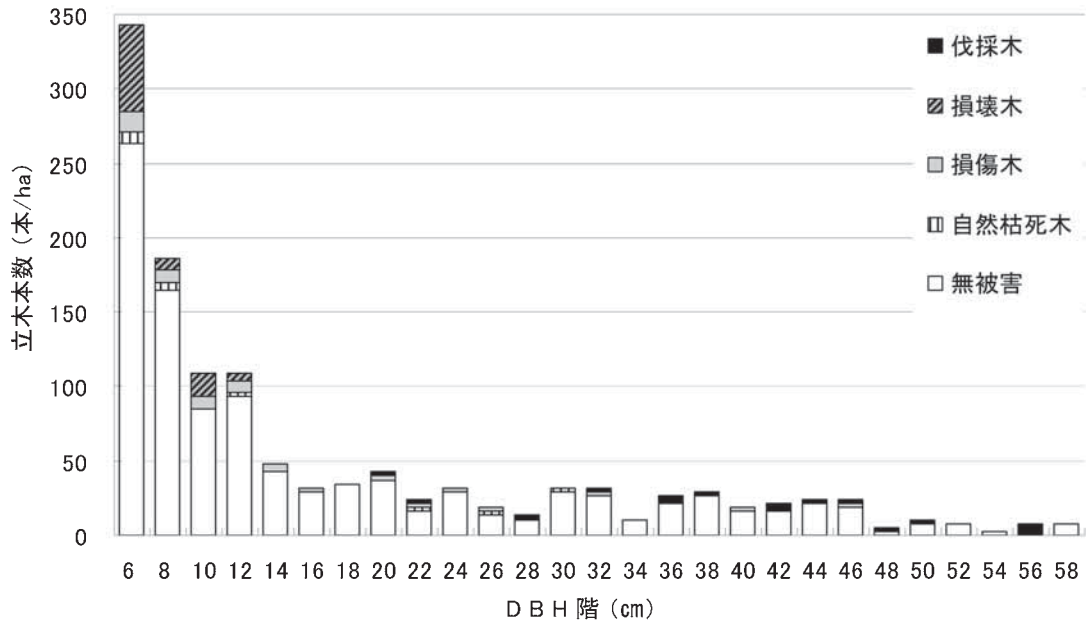


図-1 調査地における DBH 階別の損壊・損傷木本数

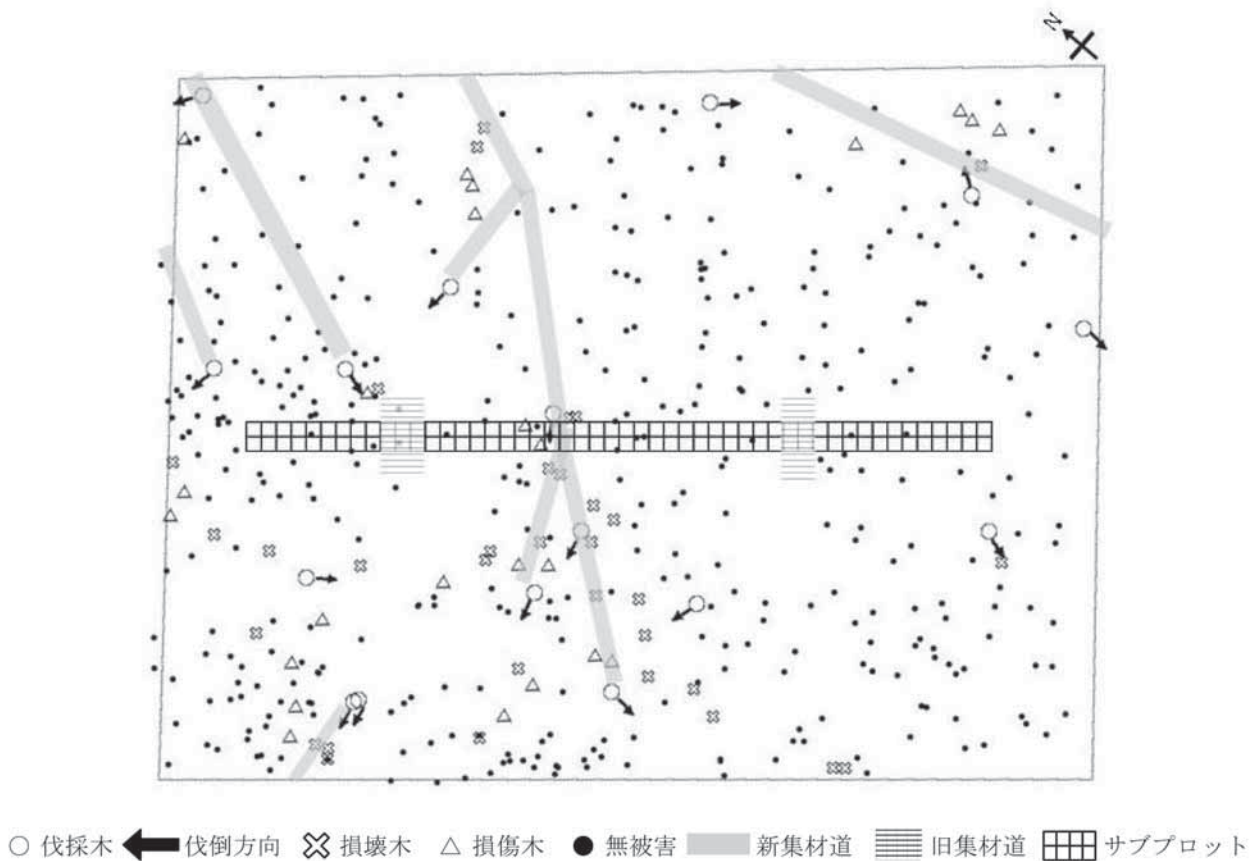


図-2 調査地における伐採木と損壊・損傷木、集材道の位置

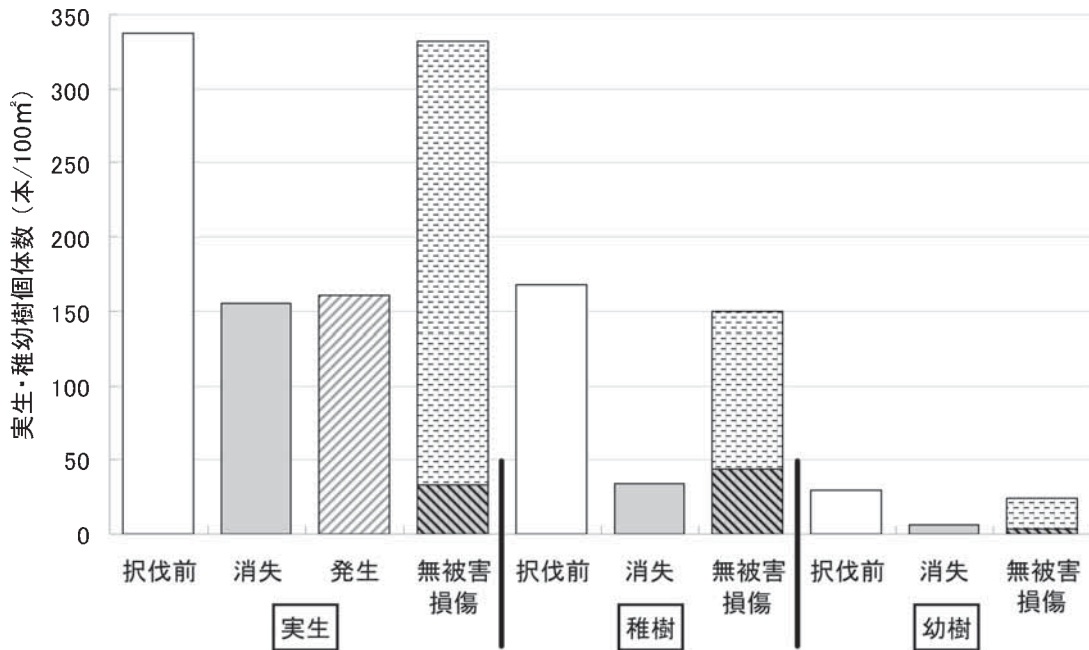


図-3 択伐作業前後における実生、稚樹、幼樹の消失数と発生数

注) 樹高の成長に伴い個体サイズ階が移行したものが含まれるため、各サイズ階での合計数は択伐前後で一致しない。

表-2 実生・稚幼樹の分布、消失、発生と林冠開空率との関係 (相関係数)

項目	林冠開空率		
	2008年	2010年	
総個体数	針葉樹	-0.01	-0.14
	広葉樹	0.38**	0.27**
消失率	針葉樹	0.26*	0.26*
	広葉樹	-0.02	0.26*
発生数	針葉樹	-0.16	-0.19
	広葉樹	0.18	0.34**
損傷率	針葉樹	-0.11	-0.17
	広葉樹	0.08	0.09

注: 無相関の検定 (\*:5% \*\*:1%)

表-3 実生・稚幼樹の損傷個体数 (本/100m²)

種類	実生	稚樹	幼樹	合計
先折れ	24	28	2	54
先枯れ	2	5	2	9
食害	1	10		11
曲がり	6	1		7
合計	33	44	4	81

2) 実生・稚幼樹の消失と発生

図-3 は実生および稚幼樹の消失数と発生数をそれぞれ示したものである。実生の個体数は、択伐作業前には100m²当たり 337 本であった。作業後に約半数の 155 本が消失した一方、161 本が新たに発生し、作業前とほぼ同程度の個体数となった。稚樹と幼樹はいずれも作業前

にあった個体の 2 割が消失した。消失した幼樹 6 本のうち、4 本は伐倒・集材作業が行われた付近の個体だった。

実生、稚樹、幼樹の針広別個体数を 1m×1m のサブプロット毎に集計し、各サブプロットにおける林冠開空率との相関係数を算出した (表-2)。ここで、2008 年 (択伐作業前) の林冠開空率が高かったサブプロットは、主に旧集材道上に位置していた。また、2010 年 (択伐作業後) の林冠開空率が高かったサブプロットは、旧集材道跡と今回作設された集材道上にほぼ一致した。

広葉樹の実生・稚幼樹個体数は、2008 年と 2010 年の林冠開空率といずれも有意な正の相関が認められた。個体の消失率は、両樹種とも 2010 年の林冠開空率と有意な正の相関が見られた。広葉樹実生の発生数は、2010 年の林冠開空率との間に有意な正の相関が認められた。個体の損傷率と林冠開空率との間には有意な相関が認められなかった。

実生・稚幼樹の損傷個体数を損傷種類別に示したのが表-3 である。損傷個体の 3 分の 2 (54 本/100m²) が先折れであった。また、実生では曲がり、稚樹では食害 (エゾシカによる) が、比較的多くみられた。

考察

択伐作業後の林分状況を調査した結果、伐採木よりも多数の損壊・損傷木が発生していた。林分施業法に基づく択伐施業では、天然林を強度に攪乱しないよう、低めの伐採率を適用している (9)。択伐作業に伴う残存木の損壊・損傷によって、伐採率の数値以上に林分が人為的攪乱を被っていると考えられる。択伐施業の持続性を確保するため、残存木の被害低減に向けた対応はきわめて重要な技術的課題といえる。

損壊・損傷木のサイズに関して、全ての損壊が小径木

で生じていた。この結果は、佐々木ら(6)の報告とも一致する。本調査地では、選木された伐採木の位置から、旧集材道を使うよりも集材道を新設した方が作業効率が高いと判断されたため、新たな集材道作設に伴って立木の損壊が多く発生したと考えられる。契約上中大径の支障木は金銭的補償が必要であるため、伐倒・集材作業時にはなるべく傷めないように配慮するが、小径木を保全しようとする意識は相対的に低かったため、損壊木の増加につながったと推察される。

実生・稚幼樹の調査結果によれば、択伐作業後は実生個体の消失数、発生数とも多かった。消失については、発芽後初期に消失しやすいトドマツの実生が調査地に多かったためと考えられる(4)。発生に関しては、上木の密度が高い上に林床にはササが少なく、天然更新が良好な林分条件であったため(8)と思われる。稚樹の消失と択伐作業との関係は明瞭でなかったが、一部は光不足により枯死した可能性がある。幼樹は主に択伐作業によって損壊したと考えられる。

林冠開空率の高い立地では広葉樹の実生・稚幼樹が多く分布する傾向にあり、広葉樹の発生数とも正の相関を示していた。また、林冠開空率が高いほど実生・稚幼樹の消失率が針葉樹・広葉樹ともに高かった。択伐作業(集材道の作設)による光環境の改善が広葉樹の発生を促した一方で、実生・稚幼樹を損壊した可能性が考えられる。

実生・稚幼樹の損傷率と林冠開空率との間には有意な相関が認められなかった。実生・稚樹の損傷は先折れが多かった。稚樹は実生と比較して倒伏しづらいことから、雪の重みによって先折れが生じたと推察される。

#### おわりに

本研究により、択伐作業に伴う残存木の損壊・損傷と稚幼樹の消失・発生の実態について、一事例ではあるが明らかにできた。調査の結果から、択伐作業による更新促進の効果よりも、残存木への被害の方が大きいと考えられ、その抑制に努めていく必要がある。具体的な抑制策としては、集材道の適正配置と固定化、集材作業を考慮した選木および伐倒方向の決定、小径木保全に関するオペレータ教育などが挙げられよう。持続的択伐施業方法の確立に向けて、今後も様々な作業条件下で調査を継

続していきたいと考えている。

本研究を行うにあたり、東京大学北海道演習林技術職員の木村徳志、大川あゆ子、福岡 哲、笠原久臣、磯崎靖雄の各氏、また東京大学大学院農学生命科学研究科森林経理学研究室大学院生の辰巳晋一、渡邊 卓の両氏に多大なご協力を頂いた。厚く御礼申し上げる。

#### 引用文献

- (1)保坂太郎・尾張敏章・後藤 晋(2008)北海道中央部の択伐天然林におけるトドマツ実生、稚樹、幼樹の分布と立地環境の関係。日林誌 **90**: 357-363.
- (2)石橋 聡(1998)北方系針広混交林における天然更新と地況・林況要因との関係。日林誌 **80**: 74-79.
- (3)小池征寛・犬飼 浩・福土憲司・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.
- (4)水井憲雄・菊沢喜八郎・福地稔・水谷栄一(1982)トドマツの林内更新に関する研究(V)―8年間の稚苗消長―。日林北支論 **30**: 33-35.
- (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)佐々木尚三・石橋 聡・鷲尾 元・高橋正義・佐々木達也(2006)空沼天然林における択伐作業による林分被害について。日林北支論 **54**: 112-114.
- (7)佐々木尚三・石橋 聡・鷲尾 元・高橋正義(2007)天然林における択伐作業による林分被害について―釧路・空沼・幾寅天然林における被害量の比較―日林北支論 **55**: 95-97.
- (8)高橋功一・犬飼 浩・福土憲司・村川功雄・小池征寛・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無施業林の更新状況の比較。日林北支論 **57**: 101-103.
- (9)高橋延清(2001)林分施業法(改訂版)。ログ・ビー有限会社。札幌, 125pp.
- (10)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.