

スギ林内に導入した落葉広葉樹が受けた諸被害と初期成長

渡邊 仁志（岐阜県森林研究所）

・岡本 卓也（岐阜県森林研究所、現所属：岐阜県環境管理課）

I はじめに

本州地域の針広混交林には、不成績造林地（横井・山口 1998）や針葉樹と広葉樹が同時に更新した森林（小谷 2001）が多いと考えられる。これに対し、近年は成林した針葉樹人工林の混交林化が指向されている。これは、針葉樹を上木、広葉樹を下木とする複層林を造成する行為であり、林床の光量が少ないため光環境の管理が困難である（正木 2012）。これに加え、多雪地域では雪圧が樹木の更新阻害要因となる。さらに近年では、ニホンジカの分布拡大と過採食圧による植生への影響が懸念されている。本報告では、強度に林冠疎開した後のスギ人工林に広葉樹を植栽し、林内の光条件や諸被害の発生、植栽木の成長を調査した（渡邊・岡本 2017）。

II 方法

調査は岐阜県郡上市大和町の45年生（設定当時）スギ人工林（標高760m、土壌型B_D）の北西向き斜面山脚部（斜面傾斜10~13°）で行った。近接する長滝地域気象観測所における平年値は、平均気温11.4℃、年降水量3003.5mmである（気象庁 2016）。近傍の3観測所における最深積雪（気象庁 2016；国土交通省 2011）を示す（表-1）。また、高橋式最深積雪指示計（高橋 1968）により計測した調査地（林外）の最深積雪は190cmであった（表-1）。

調査林分は、2005年の点状間伐と2005/2006年冬期の冠雪害により立木が減少（本数率57%、材積率52%）し、立木密度は531本/haであった。冠雪害の発生は単木的で、間伐や冠雪害により林冠ギャップは生じなかったため、林分は強度な点状間伐を行った状態である。

2008年5月、調査区内にミズナラ（22本）、ホオノキ（22本）、ミズキ（21本）の2年生ポット苗を植栽した。植栽時、植栽後4成長期間の10月下旬以降に苗木の樹幹長（樹高）を測定した。測定時（3年時のみ7月）に、苗木が受けた被害の調査を行った。ここでは雪圧による主幹の折損を「雪圧害」、動物の採食による主幹の欠損を「食害」とした。調査終了時には被害木の回復状況を記録した。

冠雪害直後（2006年8月）と4年時（2011年9月）、積算日射量測定フィルム（オプトリーフR-2DまたはR-3D、大成ファインケミカル社製）により林内光量を測定した。調査区から約1km離れた裸地に10個、2006年には調査区内に20個、2011年には苗木に隣接して設置したフィルムを、3~4日間連続して露光させた。

表-1. 調査地と近接観測所の最深積雪

期間(年)	調査地		観測所		
	林外 (cm)	林内 (cm)	長滝 ¹⁾ (cm)	九頭竜 ²⁾ (cm)	荷暮 ³⁾ (cm)
2008/2009			69	91	81
2009/2010			180	216	214
2010/2011	190	150	147	251	194
2011/2012	140	120	95	187	

空欄は欠測。1)長滝地域気象観測所（標高430m）2)九頭竜地域気象観測所（標高436m）3)荷暮水文水質観測所（標高580m）

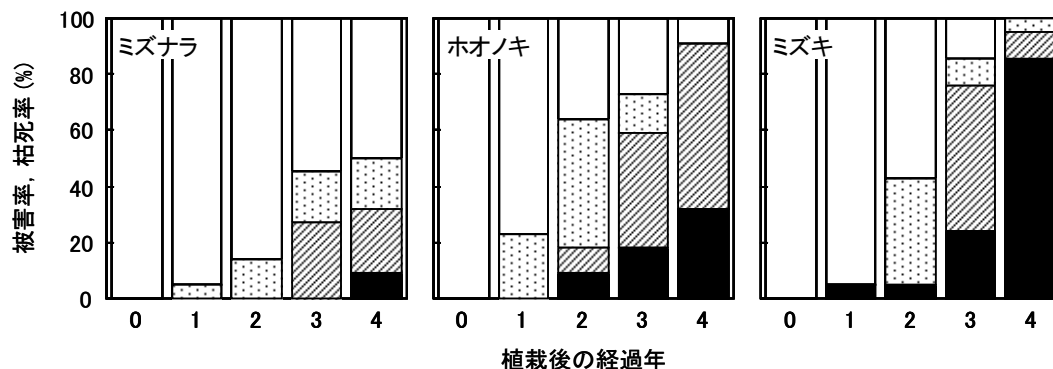


図-1. 植栽木の被害率、枯死率の推移
 黒塗りは枯死率、斜線は雪圧害の被害率、ドットは食害の被害率を示す。
 白抜きはいずれの被害にもあっていない個体の割合を示す。

フィルムは地上高0.7mに水平に設置した。測定器 (T-METER THS-470、大成ファインケミカル社製) により測定した露光前後の吸光度から退色率を求め、積算光量子量 (mol/m^2) を推定し、相対光量子束密度 (以下 rPPFD) を算出した。

III 結果

植栽1年時には採食、3年時には折損が発生し、被害率が上昇した (図-1)。ホオノキとミズキでは、その後、枯死率が上昇した (図-1)。4年時の健全木の割合には、樹種による違いが認められた (χ^2 検定、 $p < 0.01$)。

被害を受けたミズナラは、枝が主幹に変化する主幹交代や、組織の癒合により再生した (表-2)。また、雪圧を受けたホオノキは主幹交代や根元からの萌芽により再生した (表-2)。しかし、被害を受けたミズキや採食を受けたホオノキの多くは枯死した (表-2)。

3樹種の樹高成長パターンは一致しており、成長は横ばいかやや右上がりであった (図-2)。樹高成長量は、ミズナラの健全木では $37.7 \pm 24.1\text{cm}$ 、被害木では $29.2 \pm 28.5\text{cm}$ 、ホオノキの健全木では $54.0 \sim 59.0\text{cm}$ 、被害木では $13.7 \pm 29.4\text{cm}$ であった (図-3)。ミズキは健全木が1本もなく、被害木では $34.0\text{cm} \sim 55.0\text{cm}$ であった (図-3)。ミズナラでは健全木と被害木の間に成長差は認められなかった (Mann-Whitney の U 検定、 $p > 0.05$)。

林内の rPPFD には測定時期による違いがみられ (Mann-Whitney の U 検定、 $p < 0.001$)、林冠疎

表-2. 苗木の被害形態と被害後の応答

被害状況	形態	樹種		
		ミズナラ	ホオノキ	ミズキ
被害なし	癒合	2	2	・
	主幹交代	3	6	2
	萌芽	・	5	・
雪圧害	枯死	2	2	10
	主幹交代	4	・	1
食害	枯死	・	4	2
	不明	・	1	6

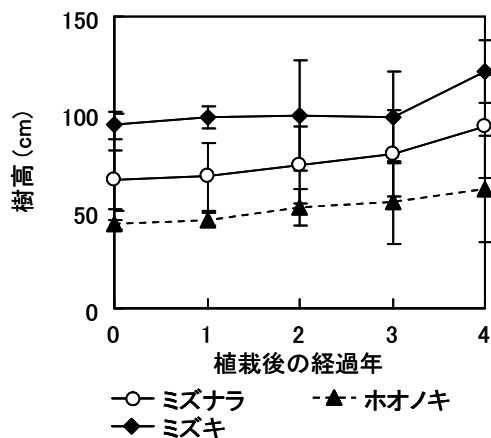


図-2. 苗木の樹高成長経過
 バーは標準偏差を示す。

開から5年後の林内の光条件は、疎開直後に比べ低下した(図-4)。

IV 考察

1) 苗木の被害と被害後の応答

林冠疎開後のスギ人工林に植栽した広葉樹は採食や雪圧を受け、被害率、および枯死率は時間の経過とともに増加した(図-1)。

このうち食害は、植栽1年目から発生した(図-1)。採食者はニホンジカ、ニホンカモシカとニホンノウサギであると推察された。幼齢木を採食から保護するためには柵やシェルターの設置が必要であるが、多雪地域では雪圧による資材の破損(小谷 2004; 岡本ら 2015)や苗木の折損(小谷 2004)が発生するため、地域にあった食害防止対策の開発や資材の耐雪性(岡本ら 2015)の評価が重要だろう。

雪圧害は植栽2年目の冬に多発し、主要な被害となった(図-1)。広葉樹幼齢木の雪圧害は、ミズナラやホオノキ(横井ら 1999)、ケヤキ(長谷川 1991; 小谷 1996)、キハダ(橋詰 1987)でも報告されており、多雪地域の平坦~緩傾斜地で多く発生する被害のひとつである。

本調査地では植栽当年(2008/2009年)の冬は少雪だった一方、翌年(2009/2010年)は200cm近くの積雪があったと推測される(表-1)。本調査地では、地形条件に加え、植栽翌年に受けた大きな雪圧により、植栽木の雪圧害の発生率が高まったと考えられる。

食害や雪圧害により損傷した後、ミズナラやホオノキは主幹の交代や萌芽により再生する個体が多かった一方、ミズキは多くが枯死した(表-2)。ミズナラやホオノキの萌芽力は高い(長谷川 2006; 金指・金指 2009)のに対し、ミズキでは8年間下刈り後の萌芽力が低かった(長谷川 2006)と報告されている。本調査地における被害木の生死には、樹種ごとの萌芽特性が影響していると示唆された。

2) 植栽木の成長経過

ホオノキとミズキは被害率が高く、被害履歴が成長に及ぼした影響を議論できるデータではないが、ミズナラでは健全木と被害木の間成長差は認められなかった(図-3)。また、本研究

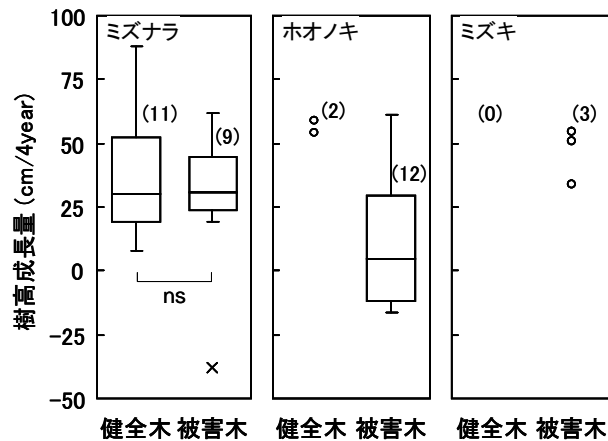


図-3. 健全木と被害木の樹高成長量の比較
括弧内の数字は本数。箱中の横線は中央値、箱は四分位範囲、ひげの両端は箱の長さの1.5倍にある最大値および最小値、×は外れ値を示す。○は1個体ずつの樹高成長量を示す。nsは樹高成長量に有意差がないこと(Mann-WhitneyのU検定、 $p=0.8792$)を示す。

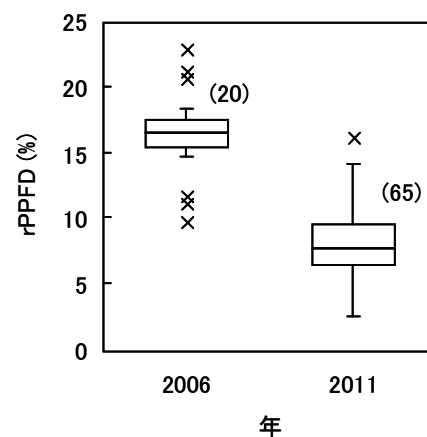


図-4. 相対光量子束密度(rPPFD)の推移
括弧内の数字は測定箇所数。図の見方は図-3に同じ。

の4年時の平均樹高(図-2)は、5年生ミズナラ(寺澤 1998)、4年生ホオノキ(大久保・青砥 1991)、5~6年生ミズキ(見城 1981; 大久保・青砥 1991)と比べ小さかった。これは、被害履歴が苗木の成長に影響しなかったというよりは、健全木の成長量が被害木と同等に小さかったことを示すと考えられる。

スギ人工林の混交林化を促すため、林床のrPPFDを15%以上に維持すること(小山ら 2009)が提案されている。本調査地の光条件(図-4)は、それを継続的には満たしていなかった。つまり、本調査地では光量が不十分であったために、被害木の一部は消耗により枯死し、健全木の成長が停滞したと考えられる。

多雪地域における広葉樹の植栽による針広混交林化には、光量を確保する上木管理とともに、更新阻害要因を回避する対策が必要であると考えられる。今後は、光条件と阻害要因が植栽木に及ぼす影響を個別に検証していく必要がある。

謝辞

本研究の一部は中部電力株式会社からの受託研究費により実施し、調査は同社社有林内で行った。現地調査にあたっては、中部電力株式会社、中電不動産株式会社大和事業所、日本エヌ・ユー・エス株式会社、岐阜県森林研究所の皆さまに協力いただいた。本稿のとりまとめにあたり、石川県農林総合研究センター林業試験場の小谷二郎氏から草稿に対する丁寧なご助言をいただいた。ここに記載して各位に深く感謝する。

引用文献

- 長谷川幹夫(1991):ケヤキ人工林の植栽後6成育期間における成長と被害. 富山県林業技術センター研究報告5:9~12
- 長谷川幹夫(2006):キハダ・ミズキが侵入したスギ人工林の林分構造に対する異なる保育作業の影響. 富山県林業技術センター研究報告19:1~9
- 橋詰隼人(1987):広葉樹幼齢林の雪害について. 広葉樹研究4:61~74
- 金指あや子・金指達郎(2009):ミズナラ. 日本樹木誌I(日本樹木誌編集委員会編)、日本林業調査会、635~668
- 気象庁(2016):気象統計情報、過去の気象データ検索. 気象庁ホームページ.
<http://www.jma.go.jp/>(参照:2016年10月18日)
- 小谷二郎(1996):多雪地帯におけるケヤキ人工造林の植栽後5年間の生育状況. 石川県林業試験場業務報告28:15~20
- 小谷二郎(2001):スギとケヤキの同齢混交林造成に関する研究、林分構造と成長. 石川県林業試験場業務報告32:1~7
- 小谷二郎(2004):ヘキサチューブによる省力造林試験(第5報). 石川県林業試験場業務報告41:

- 国土交通省(2011):水文水質データベース. 国土交通省ホームページ. <http://www1.river.go.jp/>
(参照:2011年12月16日). ※現在、当該観測所のデータは閲覧できない
- 小山浩正・林直哉・高橋教夫(2009):スギ人工林の疎密度と林内の光環境の関係、人工林の混
交林誘導のための目安として. 森林計画誌 42:81~86
- 正木隆(2012):森林生態学からみた複層林施業. 山林 1532:6~13
- 見城卓(1981):有用広葉樹の山地植栽試験1、ミズキ単純林造成試験(II). 群馬県林業試験場
業務報告(昭和55年):143~144
- 大久保圭二・青砥一郎(1991) 主要広葉樹林の育成技術に関する研究(II)、加工原木の育成技
術、福島県林業試験場林試報告 24:18~28
- 岡本卓也・渡邊仁志・和多田友宏・田中伸治(2015):多雪地域におけるツリーシェルター型資
材の融雪後の状況. 中部森林研究 63:27~30
- 高橋喜平(1968):最深積雪指示計について. 雪氷 30:111~114
- 寺澤和彦(1998):ミズナラ林の造成事例 木材生産を目的とした人工林の造成事例. 広葉樹ガイ
ド ミズナラ林の造成技術(北海道林業改良普及協会編)、北海道林業改良普及協会、112~
123
- 渡邊仁志・岡本卓也(2017) 多雪地域のスギ林内に導入した落葉広葉樹の初期成長とそれらが
受けた諸被害. 日本緑化工学会誌 42:529~532
- 横井秀一・山口清(1998):積雪地帯のスギ不成績造林地におけるスギと広葉樹の生育実態. 森
林立地 40:91~96