

雪害を受けた被害林の修復技術の開発 (I)

—雪害林の林孔に出現した植生種の多様性と植栽木の成長—

谷口真吾・長谷川清人^{*)}・高橋 徹^{*)}・高山 勉^{*)}

Shingo TANIGUCHI, Kiyoto HASEGAWA^{*)}, Toru TAKAHASHI^{*)} and Tutomu TAKAYAMA^{*)}

Development of the method to repair snow damage forest stands (I) -Vegetation species diversity emerged from the gap in snow damaged stands and the growth of the planting trees-

要旨：谷口真吾・長谷川清人・高橋 徹・高山 勉：兵庫森林技研報第47号：28～36，1999 過去に雪害を受けた膨大な面積の雪害林は、大多数が再造林されることもなくそのまま放置されている。調査の結果、雪害によって生じた林孔をそのまま放置した場合、周囲に隣接して母樹が存在しない限り、天然更新により林業的に有用な広葉樹が出現する可能性は低いことがわかった。このため、雪害林の修復は自然の更新に任せきるのではなく、最適な面積に林孔を調整し、スギ、ヒノキと条件によってはケヤキなどの有用広葉樹を林孔内に人工造林する必要がある。そして、出現した植生種と植栽木とを選択的な下刈りによって混交させながら、将来的には針広混交の二段林あるいは複層林に誘導する施業を行うことが必要と考えられた。

Summary : Shingo TANIGUCHI, Kiyoto HASEGAWA, Toru TAKAHASHI and Tutomu TAKAYAMA : Bulletin of the Hyogo prefectural forestry and forest products research institute. 47.28～36, 1999 Snow damage forest stands of the enormous area which received snow damage in a past large majority not reforest it, and it was leave as it. As a result of the investigation, that possibility in useful broad-leaved tree by natural regeneration in forestry like as long as the mother tree does not exist by adjoining, when gap by snow damage was left as it is, appears was considerably low. Though it does be not left to renewal of the nature, and though the repair of snow damage forest is adjusted in gap with the size over to some extent area, and though vegetation kind and planting tree which appeared after the forest poreforming mix by reforestation to gap by selective weed cutting undertaking, in respect of useful broad-leaved trees such as sugi, hinoki and Zelkover, and consisting of undertakings seem to be necessary, therefore, it is induced as two step forest or multi layered forest of the needle and broad-leaved mix stands.

1. はじめに

過去に雪害を受けた膨大な面積の雪害林は、大多数が再造林されることもなくそのまま放置されている。木材価格の低迷が続く現状では、将来にわたり、今まで以上に雪害林の放置面積は累積されていくものと予想され、国土保全上の観点からも林地荒廃などが懸念される問題である。

雪害林をそのまま放置することは、森林の荒廃要因のひとつとなるばかりではなく、再び雪害に遭う危険性や台風、集中豪雨による崩壊発生の危機をもはらんでいる。この点からも一刻も早く雪害林の復旧作業と構造的に安定した森林に修復する必要がある。

しかし、雪害林の修復作業は雪害木の被害損失に加えて、伐木・搬出の経費負担などがさらなる追い打ちをかける。このため、森林所有者の林業経営意欲を著しく阻

害しているのも事実である。

特に平成5年と7年に兵庫県南西部地域で発生した雪害林の所有者からは、簡易・低コストで実施可能な修復技術についての指導が強く求められている。

このような背景から、本研究では、放置された雪害林に侵入、再生する植生種と植栽樹種を競合させながら、今後どのような森林構造に誘導するのが適切であるのかを検討することを目的とするものである。このため、兵庫県佐用林業事務所管内の3町から9林分の雪害林を抽出し、雪害木の伐倒後に生じた林孔に植栽したスギ・ヒノキの5年後と3年後の生育状況と侵入・定着した広葉樹の樹種、本数を調査した。

この結果から、雪害林の林相改良に関する施業技術を検討し、防災上あるいは林業経営上有利な森林に修復する施業技術を考察した。

なお、雪害林の調査にご助力いただきました兵庫県上

^{*)} 兵庫県上郡農林事務所佐用林業事務所 The Hyogo prefectural Kamigori agriculture and forestry office. Sayo forestry office.

郡農林事務所林業経営課坪田 豊課長補佐、中川幸二技術吏員、現豊岡農林事務所村岡林業事務所平野修之技術吏員に感謝申し上げます。

II. 調査地の概況

1. 調査地の抽出

平成5年1月31日から3日間の降雪と平成7年12月25日から3日間の降雪により雪害を受けた兵庫県佐用郡内の3町から、兵庫県単独事業「被害森林整備事業」によって被害木の伐倒を行い、林孔にスギ・ヒノキを植栽した9林分を抽出した。抽出した雪害林の概況を表-1に示す。

2. 位置・気候

調査地は岡山県と接した兵庫県南西部に位置する兵庫県佐用郡佐用町、上月町、三日月町である。調査地を含む地域は、瀬戸内海型気候下にあるが、中国山地の気候的な要素をもっており、瀬戸内沿岸に比較すると気温が低く、降水量が多い。冬期は水分を多く含む雪が降る特徴がある。

3. 地質、地形、土壌型、立地、環境

9カ所の調査地は古生層あるいは流紋岩を母岩としている。

調査地の標高は230~360mの範囲にあり、斜面の傾斜度は23~40°、方位は全方向にまたがっている。調査地の斜面位置は、斜面下部から山脚部であり、平衡型斜面、微凹型緩斜面、凸型斜面に分かれている。土壌型はやや堅密な壁状構造のB_D~B_D(d)型であり、A₀層厚は2~10cm、A層厚は20~42cmであった。

4. 調査地周辺地域の林業経営の特徴

調査した雪害林の残存上木の概況を表-2に示す。

調査地を含む周辺地域の森林の特徴は、沢筋から尾根に至るまで、造林の困難な場所を除く一面に針葉樹人工林が広がっており、兵庫県下においても林業の盛んな地域である。

古くから短伐期で並材の中径材生産を経営目標に4,000~5,000本/haの密植造林を行ってきた。最近では、森林・林業に対するニーズの多様化と木材価格の低迷や林業労働力の不足などから、長伐期の太径材生産へと生産システムへの転換が図られつつある。

平成7年の雪害で被害を受けたV、VI齢級以上の林分では、当時一般的な施業体系であった下刈りの省力と間伐材による中間収入を得るために、新植時にha当たり4,500~5,000本を密植し、中径材を生産する施業を行っている。これは、現在の植栽本数3,000~3,300本/haより遥かに密植で、植栽後に計画されていた除間伐が木材価格の低迷と労働力不足などの理由により遅れている。

表-1 調査した雪害林分の概況

林分名	調査林分No	標高(m)	傾斜度(°)	方位	傾斜位置	微地形	土壌型	A ₀ 層厚(cm)	A層厚(cm)
佐用郡佐用町奥長谷-1	A1	230	32	NW	山脚部	微凹型緩斜面	B _D (d)	10	42
佐用郡佐用町奥長谷-2	A2	240	38	SE	斜面下部	平衡斜面	B _D	5	27
佐用郡佐用町海内	A3	360	30	NE	山脚部	平衡斜面	B _D	2	20
佐用郡佐用町水根	A4	360	31	SE	山脚部	凸型斜面	B _D (d)	6	20
佐用郡三日月町上本郷-1	B1	330	40	SW	山脚部	凸型斜面	B _D	5	38
佐用郡三日月町上本郷-2	B2	340	38	SW	斜面下部	平衡斜面	B _D	3	25
佐用郡上月町才金-1	C1	310	23	E	山脚部	微凹型緩斜面	B _D	2	28
佐用郡上月町才金-2	C2	330	26	E	斜面下部	微凹型緩斜面	B _D	2	28
佐用郡上月町才金-3	C3	340	28	NE	山脚部	平衡斜面	B _D	5	20

表-2 雪害林の残存上木の概要

林分名	上木の樹種	上木樹齢(m)	上木の立木密度(本・ha ⁻¹)	上木樹高(m)	上木胸高直径(cm)	上木枝下高(m)	上木枝張り(m)	雪害を受けた時期()は主要な被害形態	被害率(%)	林孔面積(m ²)
佐用郡佐用町奥長谷-1	スギ	45	2,500	20.8±1.0	25.0±3.7	16.7±2.5	2.7±0.6	平成5年(根倒れ)と平成7年(幹折れ)の複合被害	63	382
佐用郡佐用町奥長谷-2	スギ	37	3,500	19.5±0.5	22.4±1.2	8.4±0.6	3.2±0.3	平成5年(根倒れ)	12	108
佐用郡佐用町海内	スギ	47	1,700	19.5±0.7	38.8±4.2	-	-	平成7年(根倒れ)	100	220
佐用郡佐用町水根	スギ	23	2,000	14.7±0.6	17.1±2.2	11.0±1.0	2.3±0.6	平成5年(根倒れ)	38	120
佐用郡三日月町上本郷-1	スギ	32	2,300	18.6±0.6	24.5±4.3	8.9±0.7	2.8±0.8	平成5年(根倒れ)	100	460
佐用郡三日月町上本郷-2	スギ	32	2,500	17.3±0.8	22.3±2.9	8.4±0.9	2.7±0.6	平成5年(幹倒れ)	100	1,500
佐用郡上月町才金-1	スギ・ヒノキ	30	2,200	18.6±1.0	24.3±6.0	11.7±0.5	2.9±0.5	平成5年(根倒れ)	90	444
佐用郡上月町才金-2	スギ	34	1,800	19.7±1.2	28.5±3.6	14.2±1.2	2.5±0	平成5年(根倒れ)	92	504
佐用郡上月町才金-3	スギ	35	1,800	20.3±0.9	26.7±2.2	14.8±0.5	2.0±0	平成7年(幹倒れ)	72	1,440

林齢の見地からもいわゆる間伐遅れの過密林分が多い傾向にあり、ひ弱な林分の増加が問題となっている（表-2）。

5. 雪害林の修復状況

平成5年および平成7年に雪害を受けた雪害林に対して、早期復旧と再度の降雪等による二次的被害を防ぐため、県単独事業の「被害森林整備事業」が創設された。

雪害林所有者の林業経営意欲の減退が危惧される中、「被害森林整備事業」を利用した雪害木の伐倒・整理など、雪害林の復旧作業は、平成9年度末で計画量の80%が完了している。しかし、大半の雪害林は雪害木を伐倒したのみであり、林孔はそのまま放置されている。

III. 調査方法

1. 雪害林の林況調査と林孔に造林した植栽木の成長調査

調査は各林分とも、雪害木処理後の林孔の大きさを測量し、林孔面積を算出した。同時に土壌等の立地環境も調査した。なお、表-2の雪害を受けた時期と雪害被害率は「被害森林整備事業」の補助金申請時の検査野帳データを使用した。次に林孔周辺の残存上木について、樹種、樹齢、立木本数、樹高、胸高直径、枝下高、枝張りを測定した。さらに林孔に植栽された樹種名、樹齢、樹高、根元直径、胸高直径、枝張りを測定し、ニホンジカによ

表-3 ニホンジカの食害指数

	当年枝	当年+前年枝
側軸	1	2
主軸	3	4
主軸+側軸	5	6
無被害健全	0	0

る食害程度を表-3に示す食害指数によって判定した。

2. 林孔に出現した植生調査

雪害木の伐倒後に出現した植生は、植物社会学的手法を用い、ブラウナーブランケの優占度法により植生調査を行った。植生調査は各林孔ごとに3×3mの小コードラートを3プロット設定し、それぞれの区画内に出現する木本、ササ、草本などの植生の種類、本数、出現頻度、被度、群度、樹幹長、根元切断部の年輪数を測定した。さらに、被度、高さ、頻度の3つのファクターから相対積算優占度（SDR_s）と常在度を計算した。本論の相対優占度は、相対積算優占度（SDR_s）の総計を100とした相対値で表している。さらに、植生調査の結果から、多様性指数、集中指数を算出した。

IV. 結果と考察

1. 平成5年1月下旬、平成7年12月下旬の雪害状況と被害の特徴

平成5年1月31日から2月2日までの3日間降り続いた降雪による雪害被害は、兵庫県上郡農林事務所が平成5年3月「雪害の手引き」（1993）を刊行し、被害状況写真、被害の発生と原因、被害の予防法、林孔復旧に関する各種補助制度、融資制度、税制の優遇措置、被害木の処理事業マニュアルをとりまとめて森林所有者に配布している。

一方、平成7年12月25日から3日間降り続いた降雪による雪害は、兵庫県上郡農林事務所林業経営課と兵庫県上郡農林事務所佐用林業事務所の林業改良普及員を中心に被害形態の調査を行い、今後の雪害を未然に防止あるいは軽減するための施策指針を提言した「雪に強い山づくりガイドンス」（1997）を平成9年5月に発行している。この報告書によると平成7年12月の雪害は、重い湿った雪が3日間降り積もり、幹折れ被害を中心に佐用郡4

表-4 林孔に出現した植生種

林分名	林孔に出現した木本の種数	木本本数 (本・ha ⁻¹)	木本平均 樹高(cm)	木本の多様 度指数 ¹⁾	林孔に出現した 草本・ササの種数	草本高さ (cm)	出現した植生 の総種数
佐用郡佐用町奥長谷-1	19	5,351	95.4	5.1	10	61.1	29
佐用郡佐用町奥長谷-2	9	46,670	60.1	1.7	5	46.7	14
佐用郡佐用町海内	13	78,000	59.6	2.5	5	48.0	18
佐用郡佐用町水根	4	28,890	60.0	0.7	2	176.7	6
佐用郡三日月町上本郷-1	4	12,220	86.7	0.7	5	63.3	9
佐用郡三日月町上本郷-2	5	64,440	65.0	0.8	1	35.0	6
佐用郡上月町才金-1	14	111,110	118.2	2.2	4	70.0	18
佐用郡上月町才金-2	10	184,440	99.2	1.7	5	55.0	15
佐用郡上月町才金-3	9	54,440	50.0	1.5	7	46.3	16

1) 多様度指数 ; $d = S / \log(n)$ (S = 種類数, n = 成立本数)

町の主に35年生以上のスギ林に2億5千万円を越える甚大な被害をもたらした。この地域は平成5年にも根倒れ被害を主体とした雪害を受けており、その処理がようやく完了した矢先の被害であり、森林所有者に大きな精神的、経済的打撃を与えていると報告している。

さらに報告書は、積雪量と被害の発生状況をまとめているが、今回調査した9林分の位置する地域である佐用町では、積雪深が70~100cm、上月町40cm、三日月町50cmの記録的な積雪であった。さらに、降雪期間中の平均気温は-0.5℃、最低気温-1.6~-3.3℃、平均風速2.4~2.8m/秒と報告している。

雪害はha当たりの立木本数との関係が大きいようであった。立木本数は1,700~2,500本/haの範囲の林分での被害率が全雪害林の24%を占めていることを報告している。

さらに、雪害林の形状比は林齢の増加と伴に低下する傾向にあった。被害率と林齢の関係は、林齢が30~35年付近で被害率が高くなる傾向であった。これらの理由として、雪害は適正な除間伐等の保育管理が遅れたため、雪害に対して弱い林分が一斉に被害を受けたものとしている。

2. 林孔に出現した木本の多様性指数

種の多様性(多様性指数)は、Whittaker(1979)の提案した $d = S / \log N$ (S:種類数、N:ha当たりの成立本数)で表現した。この多様性指数は同じ植生種数であっても、成立本数が多ければ多様性指数dの値は小さくなり、種の多様性は低くなる。逆に同じ成立本数であっても、植生種数が多ければ多様性指数dの値は大きくなり、種の多様性は高くなることを表している。

表-4に示した木本の多様性指数は、平成5年と平成7年の2年間にわたって複合的な雪害を受けた佐用町與長谷林分-1で5.1と高く、次いで佐用町海内の2.5、上月町才金の2.2の順であり、多様性指数が最も低い値であったのは佐用町水根と三日月町上本郷の0.7の2林分であった。

①林孔面積、出現植生種数の総計との関係

林孔面積と木本の多様性指数との関係を図-1に、林孔面積と出現した植生種数の総計との関係を図-2に示す。

林孔面積と木本の多様性指数、林孔面積と出現植生の総計の両者の相関係数は $r = 0.240$ 以下であり、有意な関係は認められなかった。

②林孔の斜面傾斜度と木本の成立本数

次に、林孔の斜面傾斜度と木本の成立本数との関係を図-3に示す。

木本の成立本数は林孔の斜面傾斜度が23~26°の範囲

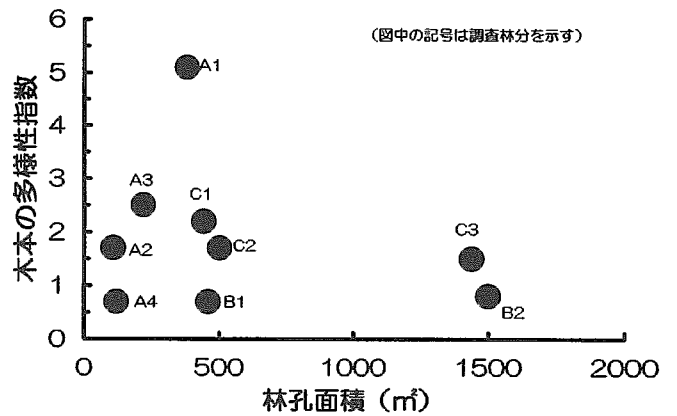


図-1 林孔面積と木本の多様性指数との関係

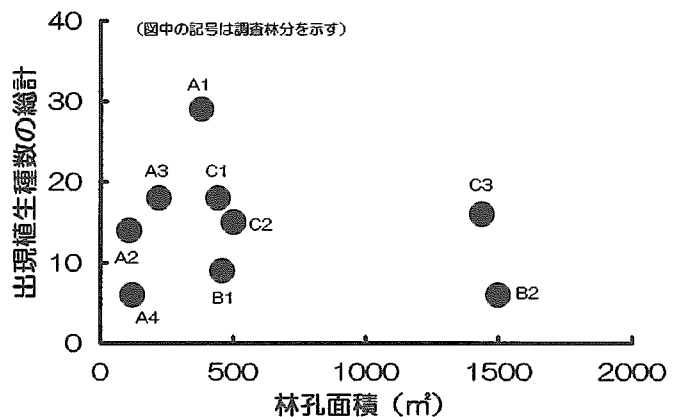


図-2 林孔面積と出現した植生種数の総計との関係

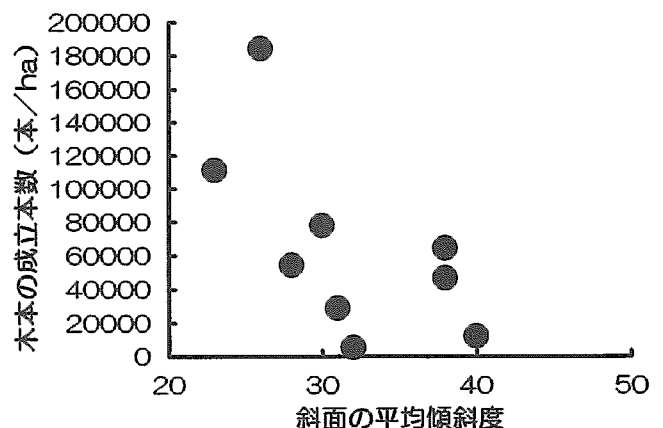


図-3 林孔の斜面傾斜度と木本の成立本数との関係

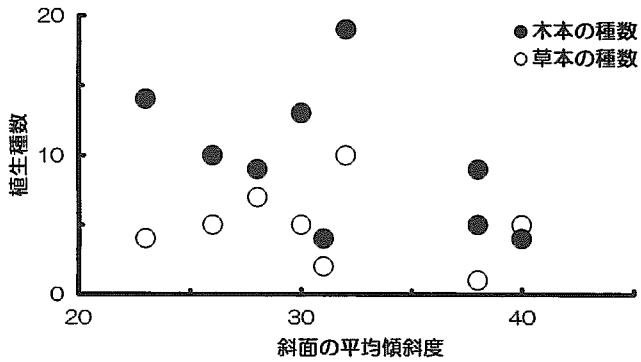


図-4 林孔の斜面傾斜度と植生種数との関係

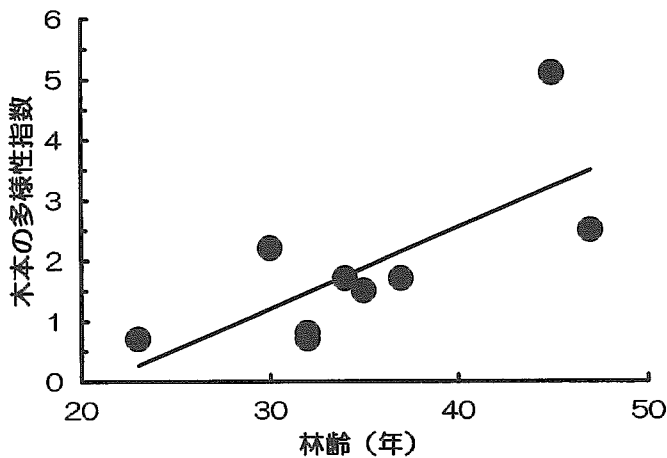


図-5 林齢と木本の多様性指数との関係

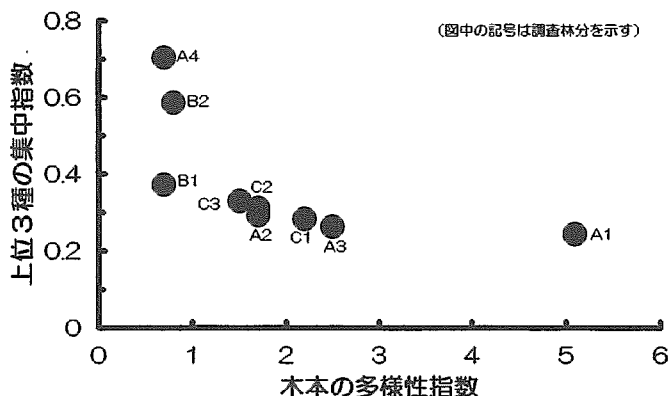


図-6 林孔地内に出現した木本の多様性指数と上位3種の集中指数との関係

で最も多く、斜面傾斜度の増加と共に減少していく傾向であった。これは、林孔の斜面傾斜度の急な斜面では、雨水、表層土壌などの流亡のため木本種の定着が悪く、植生が出現しにくいという現象が影響するものと思われる。すなわち、雪害林の林孔は、斜面傾斜度が緩やかな斜面ほど木本種の定着が良く、成立本数の増加が認められた。

③林孔の斜面傾斜度と植生種数

次に斜面傾斜度と植生種数との関係を図-4に示す。

木本の種類は斜面傾斜度23~30°で多く、傾斜度の増加と共に減少する傾向であった。しかし、ササ・草本の種類数は、斜面傾斜度の増減によって大きな変化は認められなかった。

④林孔の斜面傾斜度と植生種数

林齢と木本の多様性指数との関係を図-5に示す。

林齢と多様性指数は $r = 0.727$ で有意な相関関係が認められた ($P < 0.05$)。すなわち、林齢の増加とともに低木本から亜高木層に生活様式をもつ植生種が多く出現したことで階層構造がより発達し、木本の多様性指数は増加する傾向が認められた。このため、林齢の高い林分に発生した林孔は、木本種の出現頻度が高くなり、多様性指数も高い傾向であることがわかった。

3. 林孔に出現した木本の多様性と集中度

林孔内に出現した植生種がどのような混み方をするのかを検討するため、木本の多様性指数と上位3種の集中度との関係を図-6に示した。

集中度は木本の出現植生ごとに頻度、被度、高さを計算したSDR₃の上位3位までの植生種について、相対優占度で表した。上位3種までの集中指数の算出式は $c = (a_1 + a_2 + a_3) / A$ ($a_1 \sim a_3$: 上位1~3位の優占度、A: 全出現種数の総優占度の合計値) で求めた。集中指数は多様性指数が高くなると上位3種の集中度は低くなり、逆に多様性指数が低くなると上位3種の集中度は高くなるという指標である。

両者の関係から、100㎡以上の面積をもつ空間では、多くの植生種が侵入、定着し、その競合関係が激しくなっている。比較的林齢が若い林分に発生した林孔では、植生種数が減少するために多様性指数が低下し、上位3種の優占度が高くなるため集中度も高くなる傾向にあった。すなわち、侵入した植生種の質的な多さは、林孔面積よりも林齢の影響が強い傾向であった。

次に、木本の出現植生ごとに頻度、被度、高さを計算したSDR₃の総和を100とした相対値である相対優占度曲線を図-7に示す。

調査林分A4とB2のように、上位の種が優占後に残りの空間を下位の種が競争して空間の獲得を行っている

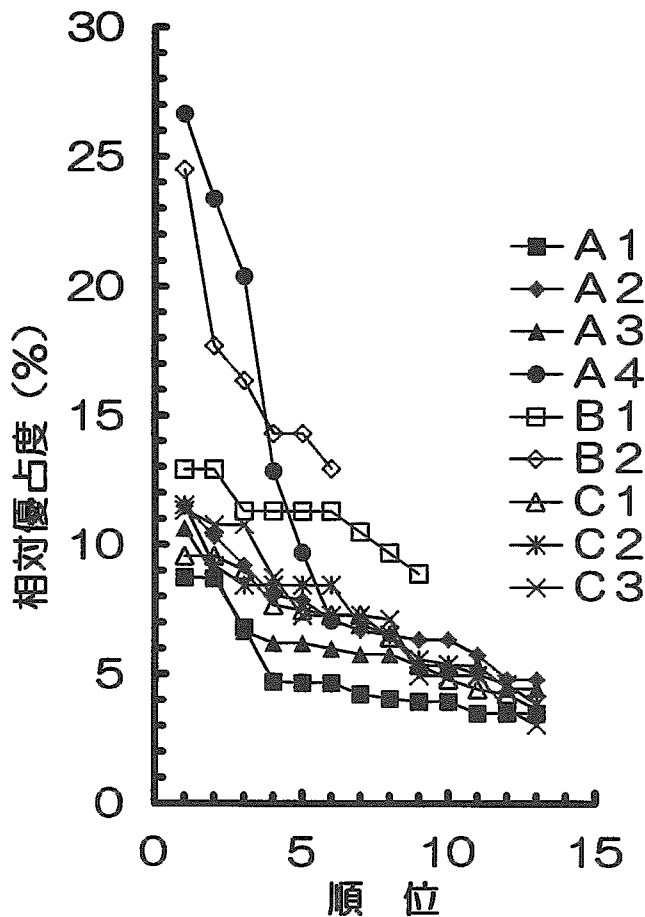


図-7 出現した木本の相対優占度曲線

パターンと調査林分A 4、B 2以外の林分のように上位の種が5%以内の優占度で競い合っているパターンの2つが認められた。なぜこのような優占順位の曲線パターンが決まるのかを検討したが、林齢、林孔面積、雪害後の経過年などのファクターでは明らかにならなかった。

4. 林孔に出現した植生種の成立状況と発生源

林孔に出現した植生種を平成5年の林孔、平成7年の林孔、双方を合わせた全体の3つに分けて表-5に示した。

平成5年に雪害を受けた林孔では、植生の全出現種数は49種類であった。木本では、クサギ、リュウブ、ヤブツバキ、ヒサカキ、タニウツギ、キイチゴ、ノイバラ、サルトリイバラなどが散在し、ケヤキ、ウラジロノキ、カラスザンショウ、ヤマツツジ、アカメガシワ、ケンボナシ、タラノキ、シキミ、ムラサキシキブ、ソヨゴ、シロダモ、ヤブニッケイ、アラカシ、シラカシ、クロモジなどが点在した。ササ・草本はタケニグサ、ミヤマカンスゲ、キクsp.、ススキ、オシダ、カンスゲ、ワラビ、イワカガミ、クズ、シシガシラ、チシマザサ、イネsp.、ジャノヒゲなどが出現した。

平成7年に雪害を受けた林孔では、植生の全出現種数は25種類であった。木本では、キイチゴ、モミジイチゴ、

サルトリイバラ、ヒサカキ、クサギ、タニウツギ、ミツバツツジ、ムラサキシキブ、シロダモ、ヤブニッケイ、コウヤボウキなどが散在し、イヌガヤ、マメツゲなどが点在した。ササ・草本はキクsp.、ワラビ、タケニグサ、オシダ、カンスゲ、ミヤマカンスゲ、イワカガミ、ネザサなどが出現した。

以上の結果から、平成5年の林孔と平成7年の林孔を比較すると、平成7年の林孔は、平成5年の林孔に比べて陽性の木本種が多かった。平成5年の林孔では木本では亜高木～低木層の植生種の相対優占度、常在度が高くなる傾向があった。さらにササ・草本では、平成5年、平成7年の林孔ともタケニグサ、ワラビ、キクsp.、ススキ、クズ、ワラビ、イネsp.などの陽性の先駆性の種数が多く、その下層空間にミヤマカンスゲ、オシダ、カンスゲ、イワカガミ、シシガシラ、ジャノヒゲ、チシマザサが出現していた。

すなわち、雪害林孔では、まずキク科などの1年生の陽性草本類が優占し、ササ類、シダ類や多種のツル類によって地表面が覆われ、その隙間にアカメガシワ、カラスザンショウなどの先駆樹種が繁殖する遷移をたどっているものと推定される。しかし、林業的に有用な用材になりうる植生種が優占するには何十年もの年月を要する可能性が高い。林業経営を主体におき雪害林の修復を考える場合、侵入した広葉樹の本数が問題ではなく、材価の高い有用な広葉樹がどれだけ多く定着したかが重要である。

さらに、木本の出現種の中では、用材利用の面から有用性の高い植生種は少なく、さらに、有用性のある亜高木性の植生種であっても、形質の良好なものは少なかった。

このように、雪害を受け林孔が発生してから3～5年経過後の時点では、雪害林孔に出現する植生種は、植生のもつ定着の特性や生育立地による影響が大ききようであった。すなわち、林孔の更新を林業経営的な側面から判断すると林業的に有用な植生種はほとんど出現せず、低木性の先駆性植生種の出現が多い傾向にあった。

雪害を受けた年次ごとに主な木本の出現植生の地際部を切断し、年輪数を計測した結果を表-6に示す。

出現植生は平成5年、平成7年の雪害林の林孔ともほぼ林孔の発生以降の経過年以内であった。

木本植生種の発生源を推定すると、調査した雪害林は林齢が20年生以上を経過しているため、高密度な条件下で閉鎖したスギ林では埋土種子も少ない。さらに、広葉樹の前生稚樹や前生樹の根株からの萌芽による更新はほとんどなかった。すなわち、木本植生種の発生は、雪害木の伐倒以降の林孔の形成とともに実生によって、侵入、定着したものと考えられる。

表-5 主な出現樹種の常在度および相対優占度(SDR_s)

樹種	平成5年度雪害林孔		平成7年度雪害林孔		全 体	
	常在度	相対優占度(%)	常在度	相対優占度(%)	常在度	相対優占度(%)
タケニグサ	IV	3.0	III	4.5	IV	2.3
ミヤマカンスゲ	IV	2.9	III	3.2	IV	2.3
キイチゴ	III	1.6	V	6.3	IV	2.1
キクsp.	IV	2.2	V	6.5	IV	2.0
ヒサカキ	III	1.7	V	2.3	IV	1.8
ワラビ	III	1.6	V	5.2	IV	1.5
クサギ	III	3.2	III	6.1	III	2.7
モミジイチゴ	II	2.2	V	5.9	III	2.6
サルトリイバラ	II	1.8	V	4.5	III	2.3
カンスゲ	III	2.7	III	2.1	III	1.9
オシダ	III	1.7	III	2.1	III	1.3
ヤブツバキ	III	1.2	III	2.1	III	1.0
リョウブ	III	3.1			II	2.8
ウラジロノキ	II	2.8			II	2.4
ススキ	III	2.6	III	1.6	II	2.3
イワカガミ	II	2.9			II	1.9
シキミ	II	1.5	III	4.4	II	1.8
タニウツギ	II	2.1	III	3.2	II	1.7
マメツゲ	II	1.0		5.2	II	1.6
ノイバラ	III	1.3	III	4.9	II	1.6
チャノキ	I	2.0			II	1.5
アオキ	III	1.2	III	3.0	II	1.5
ケヤキ	III	1.7	III	3.0	II	1.5
ヤブニッケイ	I	2.2			II	1.4
イヌガヤ	I	1.7	III	4.4	II	1.3
チシマザサ	I	1.9	III	4.0	II	1.3
シロダモ	I	1.1			II	1.1
ムラサキシキブ	I	1.0			II	1.0
カラスザンショウ	I	4.3			I	3.9
ジャケツイバラ	I	3.0			I	3.2
クズ	I	3.6			I	3.2
ケンボナシ	I	3.4			I	3.0
ネザサ			III	5.5	I	2.8
トコロ	I	2.8			I	2.6
クロモジ	I	2.8			I	2.4
ヤマツツジ	I	2.6			I	2.4
タラノキ	I	2.5			I	2.2
ソヨゴ	I	2.3			I	2.0
シラカシ	I	1.7			I	2.0
コウヤボウキ			III	5.1	I	1.9
イネsp.	I	2.0			I	1.7
ジャノヒゲ	I	2.0			I	1.7
ゼンマイ	I	2.0			I	1.7
ヘクソカズラ	I	1.8			I	1.6
ミツバツツジ			III	3.2	I	1.5
マサキ	I	1.2			I	1.5
イヌツゲ	I	1.6			I	1.4
ナンテン			III	4.9	I	1.4
アラカシ	I	1.0			I	1.3
アカメガシワ	I	1.2			I	1.0
イノコヅチ		1.2			I	1.0
イヌワラビ	I	1.0			I	0.8
シンガシラ	I	0.9			I	0.7
シュンラン			III	1.6	I	0.7

注) 常在度: I(1~20%), II(21~40%), III(41~60%), IV(61~80%), V(81~100%)

相対優占度は各植生種ごとの頻度、被度、高さで計算したSDR_s(積算優占度)の総和を100とした相対値で示した。

これらのことから、雪害によって生じた林孔には、林孔面の表層土壌の流亡を防止するために早急な先駆性植物による地表面被覆が必要である。さらに、雪害林を放

置してにおいても、ツル植生など蔓茎類やササ、矮性かん木などの旺盛な繁殖により、有用広葉樹の侵入、定着あるいは生育が著しく阻害される危険性は高く、スムーズ

表-6 出現樹種の地際における年輪数

樹種	平成5年度雪害林孔	平成7年度雪害林孔
	年輪数(平均値±標準偏差)	年輪数(平均値±標準偏差)
ヤブツバキ	4.2±0.8	2.7±0.4
ヒサカキ	5.4±2.4	3.3±3.6
クサギ	4.9±0.3	2.8±0.4
リョウブ	4.2±0.6	2.8±0.2
ウラジロノキ	4.4±0.4	2.7±0.4
アオキ	6.9±2.4	4.5±2.9
ケヤキ	3.8±0.4	2.4±0.8
ヤブニッケイ	3.4±0.6	2.1±0.6
ムラサキシキブ	3.6±0.4	1.9±0.4
カラスザンショウ	3.7±0.4	1.9±0.4
ケンボナシ	3.4±0.4	2.3±0.6
クロモジ	3.4±0.2	2.2±0.4
タラノキ	4.8±0.4	2.9±0.4

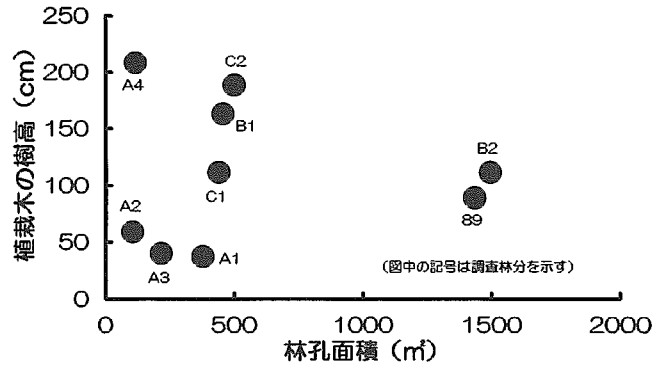


図-8 林孔面積と林孔に植栽したスギの樹高

に天然林化していく可能性は極めて低いことが推察される。

このため、雪害林の修復は自然の更新に任せきるのでなく、ある程度の面積以上の大きさをもつ林孔に調整し、スギ、ヒノキや条件によっては、ケヤキなどの有用広葉樹を林孔内に混植などで再造林する必要がある。そして、林孔形成後に出現した植生種と植栽木とを選択的な下刈りによって混交させながら、針広混交の二段林あるいは複層林として誘導する修復施策が重要であると考えられる。

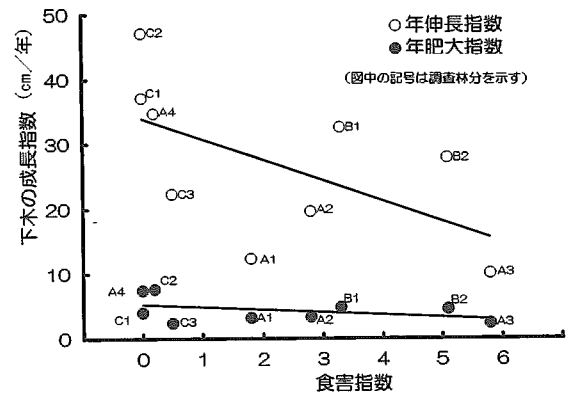


図-9 ニホンジカの食害指数と成長指数との関係

5. 林孔に植栽した下木の成長とニホンジカによる食害状況

林孔に下木植栽した植栽木の状況を表-7に、林孔面積と林孔に植栽したスギの苗高との関係を図-8に、ニホンジカの食害指数の平均値と現時点での苗高を植栽後の経過年数で除した成長指数を図-9に示す。

9つの調査地とも雪害木の伐木、除去作業の終了後、2年以内の林孔にスギ苗木を植栽している。林孔面積と林孔植栽木の伸長成長との間には有意な相関は認められ

なかった(図-8)。

調査した9林分のうち、2林分以外の林孔にはニホンジカによる植栽苗木の食害が認められた(表-7)。

当地域では、最近になってニホンジカの植栽木に対する食害被害が顕著になり始めたこともあり、苗木に対するシカの食害防除などの対策をほとんど行っておらず、防護柵などを植栽時に設置していない。

表-7 林孔に植栽した植栽木の状況

林分名	林孔面積 (m²)	下木の樹種名	下木樹齢 (年)	下木苗高 (cm)	下木根元直径 (mm)	下木胸高直径 (mm)	下木枝張り (cm)	シカの食害指数(%)							食害指数の平均値	植栽月日
								0	1	2	3	4	5	6		
佐用郡佐用町奥長谷-1	382	スギ	3	37.0±4.8	9.5±1.6	-	-	35.0	15.0	25.0	0	20.0	0	5.0	1.8±1.8	平成10年3月
佐用郡佐用町奥長谷-2	108	スギ	3	58.8±21.7	9.9±1.4	-	-	8.7	21.7	17.4	13.0	26.1	0	13.0	2.8±1.8	平成10年3月
佐用郡佐用町海内	220	スギ	4	39.9±6.3	9.3±2.9	-	-	0	0	0	0	0	24.0	76.0	5.8±0.4	平成9年3月
佐用郡佐用町水根	120	スギ	6	208.1±50.9	45.6±10.2	20.1±5.8	112.6±19.8	80.0	20.0	0	0	0	0	0	0.2±0.4	平成7年3月
佐用郡三日月町上本郷-1	460	スギ	5	162.7±60.3	23.9±7.9	10.4±4.9	108.0±16.2	30.0	0	0	20.0	10.0	10.0	30.0	3.3±2.5	平成7年3月
佐用郡三日月町上本郷-2	1,500	スギ	4	111.2±55.3	17.8±7.7	8.8±4.8	96.3±27.2	0	0	12.5	6.3	6.3	6.3	68.8	5.1±1.5	平成7年3月
佐用郡上月町才金-1	444	スギ	3	111.2±24.5	11.9±3.0	2.1±0.6	-	100.0							0±0	平成7年3月
佐用郡上月町才金-2	504	スギ	4	188.2±49.2	29.6±2.8	7.8±4.1	134.0±13.4	100.0							0±0	平成7年3月
佐用郡上月町才金-3	1,440	ヒノキ	4	89.0±22.5	9.7±2.0	-	-	71.4	14.3	9.5	4.8	0	0	0	0.5±0.9	平成9年3月

このため、図-9に示すように、ニホンジカによる植栽木への加害程度にばらつきがあるものの、植栽木は食害を受け食害指数の平均値が高く、加害程度の高い植栽木の年間当たりの成長量(cm/年)は低下する傾向が認められた。ニホンジカの食害は植栽した針葉樹、広葉樹に関わらず、更新樹の重大な更新あるいは生育阻害要因であるため、当地域においても、ニホンジカの食害被害の多発している地域で、既に一般化しているシカ防護柵の設置を完全に行い、その後に苗木を植栽することが肝要であると考えられる。

V. 雪害林の修復施業の指針

雪害林孔の修復施業に当たっての基本的な考え方のひとつに、雪害を含めた災害に対する危険性の分散を第一に考え、広葉樹林の配置を増やすことが重要である。したがって、これまでのように雪害を受けた森林の全面に再度スギを植栽することは避けることが大切であると思われる。

本調査によって、雪害によって生じた林孔をそのまま放置した場合、周囲に隣接して母樹が存在しない限り、天然更新により林業的に有用な広葉樹が出現する可能性はかなり低いことが認められた。

そこで林孔には、雪害に対して強いとされるケヤキを針葉樹と混植して植栽することを提案したい。ケヤキは深根性であり、冬期には落葉するので降雪の着雪量は少ない。従って土的にスギが適するのであれば、適地の重なるケヤキを人工造林することが考えられる。

この際、小面積の林孔ではケヤキの成長は期待できないので、ケヤキの旺盛な成長が見込める林孔面積400㎡以上(谷口、1999)に雪害林を広げ、ケヤキを植栽する。

一般的にケヤキの苗木代金は高いので、ケヤキとスギを1:1あるいは1:2~4の割合で植栽すると苗木費用もかさまない。当然植栽後の何年間かは植栽木が陽性の1年生雑草や先駆性の植生との競合に勝てるように下刈りを行うなどの初期保育は必要である。しかし、林孔内では光条件が制限されるため下刈り作業の大幅な省力は期待できそうである。

しかし、最近問題となっているニホンジカの食害回避については、検討の余地が残されている。ニホンジカの食害は植栽した針葉樹、広葉樹に関わらず、更新樹の重大な更新あるいは生育阻害要因である。ニホンジカの食害被害の多発している地域では、既に一般化しているシカ防護柵の設置を林孔周辺残存木などに完全に固定し、その後に苗木を植栽することが肝要であると考えられる。この様な処置を行っても植栽木にニホンジカの食害が発生するようであれば、植栽木を防護ネットで囲うことや農業用のベタ掛け防虫資材で植栽木を覆うなどの単木的な防除を行う必要がある。この点についても、一部の林孔で効果テストを行っているので、今後調査を継続したい。

引用文献

- 1) 上郡農林事務所(1993) 雪害の手引き, 33pp. 兵庫県
- 2) 上郡農林事務所(1997) 雪に強い山づくり ガイダンス, 45pp. 兵庫県
- 3) R.H.Whittaker著・宝月欣二訳(1979) 生態学概説(第2版) -生物群集と生態系- : 355pp (原著: R. H. Whittaker, *Communities and Ecosystems*, 2nd ed.), 培風館
- 4) 林務課(1995) 兵庫県の森林施業体系, 26pp. 兵庫県
- 5) 谷口真吾(1999) 冠雪被害林を複層林へ誘導する技術-被害区域(ギャップ)の光環境と植栽木の成長-。豪雪地帯林業技術開発協議会機関誌「雪と造林」第11号: 49~53,

(平成11年5月31日受理)