

スギ人工林の伐採方法の違いが木本種の更新に与える影響

小谷二郎

要旨 : 多雪地帯のスギ人工林において、伐採跡地での木本の更新に対する皆伐と抜き伐りの影響を無間伐の対照林分(林内区)と比較した。林内区では比較的多くの稚樹が存在し、これらが伐採区で前生稚樹として構成を担っていると考えられた。伐採区では、スギを含めて高木性樹種が多くみられた。樹種によって出現場所に特化する傾向がみられたものの、全体として種数、本数とも抜き伐り区が最も多かった。林内区と抜き伐り区では、開空度の高いところほど種数も本数も多い傾向がみられた。一方、皆伐区では開空度が低い林縁部ほど両者が多くなる傾向がみられ、その中にはスギやミズメの実生が多く含まれた。多雪地帯のスギ人工林の収穫方法は、跡地での天然更新を考えた場合小面積皆伐か抜き伐りによる方法が有効と考えられた。

キーワード : スギ人工林、皆伐、高木樹種、更新、抜き伐り

I はじめに

戦後の拡大造林によって造成された針葉樹人工林の多くは、間伐期から主伐期へ移行しつつあるにもかかわらず、木材価格の低迷が続く中、伐期の延長化を余儀なくされている(林野庁, 2012)。また、中には再造林への投資意欲の減退から、皆伐後放置状態の林分もみられるようになった(讀, 2006 ; 前林, 2006 ; 三島・相澤, 2006)。主伐後の再造林推進のために、低コスト再造林方法の構築が課題となっている(小谷, 2012)。また、仮に再造林が行われなかった場合でも林地保全を行う上で早期に植生を回復させる必要がある(Noda and Hayashi, 2004)。

再造林放棄地では、林地保全の観点から広葉樹による更新が期待されている。しかしながら、針葉樹人工林の皆伐跡地の更新は標高によって異なり、北陸地域の高標高域では皆伐はかえって広葉樹の更新を妨げている場合もみられる(小谷, 2009)。

そこで、針葉樹人工林の伐採跡地での更新を促進するための方法を検討するため、皆伐地と隣接する抜き伐り林分で、とくに高木性樹種の更新状況について比較した。

II 調査地および調査方法

調査地は、石川県白山市白峰の83年生のスギ人工林1ha(皆伐区:0.3ha、抜き伐り区:0.5ha、対照林内:0.2ha)である。皆伐区を中心として、外側に抜き伐り区、林内区の順に位置していた。2000年秋に伐採され、林内作業車によって集材さ

れた。そのため、中心地域はクローラによる地表面の攪乱が激しかった。抜き伐り区は、皆伐区から届く範囲で主にウインチで材が引き出された。標高は、800mで平坦地形であった。周辺は、ミズナラを主とする二次林が多く分布している。

表-1に、各区内での上層のスギおよび広葉樹の残存状況を示す。抜き伐り区および林内区から推定して皆伐区では伐採前に1,000~1,500本/ha

表-1. 各区の上木の概況

皆伐区			
樹種	本数密度 (本/ha)	DBH (cm)	H (m)
スギ	24	20.5	16.0
ミズメ	6	27.5	15.0
ホオノキ	6	21.5	16.0
ミズナラ	3	24.0	18.0
合計(平均)	39	23.4	16.3
抜き切り区			
樹種	本数密度 (本/ha)	DBH (cm)	H (m)
スギ	1020	27.5	22.0
ミズメ	90	26.6	13.0
ミズナラ	60	25.0	13.0
合計(平均)	1170	26.4	16.0
林内区			
樹種	本数密度 (本/ha)	DBH (cm)	H (m)
スギ	1500	23.4	21.0
合計(平均)	1500	23.4	21.0

表-2. 生育環境ごとの中層木の本数比較

樹種	生育環境(区)						χ^2 検定	特定生育環境(区)
	皆伐		抜き伐り		林内			
高木								
コシアブラ	2	(9.6)	12	(2.7)	1	(2.7)	15 ***	抜き伐り
キハダ	5	(3.2)		(0.9)		(0.9)	5	
ミズキ	4	(3.2)		(0.9)	1	(0.9)	5	
スギ		(2.6)	1	(0.7)	3	(0.7)	4 **	林内
ミズナラ	2	(2.6)	2	(0.7)		(0.7)	4	
ハリギリ	2	(1.9)		(0.5)	1	(0.5)	3	
イタヤカエデ		(1.3)	1	(0.4)	1	(0.4)	2	
ホオノキ	2	(1.3)		(0.4)		(0.4)	2	
ウリハダカエデ	1	(0.6)		(0.2)		(0.2)	1	
ウワミズザクラ		(0.6)	1	(0.2)		(0.2)	1	
ハウチワカエデ		(0.6)	1	(0.2)		(0.2)	1	
ブナ		(0.6)	1	(0.2)		(0.2)	1	
小高木および低木								
タニウツギ	64	(46.1)	1	(12.9)	7	(12.9)	72 ***	皆伐
タラノキ	47	(30.1)		(8.4)		(8.4)	47 ***	皆伐
リョウブ		(15.4)	24	(4.3)		(4.3)	24 ***	抜き伐り
クマイチゴ	19	(12.2)		(3.4)		(3.4)	19 **	皆伐
オオバクロモジ	4	(7.0)	5	(2.0)	2	(2.0)	11	
サワフタギ	2	(5.8)	7	(1.6)		(1.6)	9 ***	抜き伐り
ツノハシバミ	1	(1.9)	2	(0.5)		(0.5)	3	
マルバアオダモ		(1.9)	3	(0.5)		(0.5)	3 **	抜き伐り
ヌルデ	2	(1.3)		(0.4)		(0.4)	2	
ウラジロヨウラク		(0.6)	1	(0.2)		(0.2)	1	
キブシ		(0.6)		(0.2)	1	(0.2)	1	
タムシバ		(0.6)	1	(0.2)		(0.2)	1	
総計	157	(151.8)	63	(42.6)	17	(42.6)	237 ***	抜き伐り
出現種類数	14	(23.7)	15	(6.7)	8	(6.7)	37 ***	抜き伐り
調査区画数	57		16		16		89	

χ^2 検定の期待値は、調査区画数の比とした。

***:0.1%、**:1%、*:5%の有意水準

()内は期待値を示す

皆伐区は1425m²当たり、抜き伐りと林内は400m²当たりの幹本数

のスギ立木が存在していたと考えられる。抜き伐り区では、スギの伐り株数が150本/ha存在していたことから、本数伐採率は14.7%であった。しかし、伐り株の直径は残存木よりも大きいものが多かったことから、材積間伐率では本数間伐率よりも高く20%を超えていたと推定される。皆伐区および抜き伐り区にはDBH25cm前後のミズメやミズナラなどが残存していた。

植生調査は、2003年秋に行った。皆伐区では、調査エリアの周囲測量を行ったのち、エリア内に5m×5mの方形区を57箇所ランダムに設けた。抜き切り区および林内区では、20m×20mの方形区を1箇所ずつ設け、方形区を5mメッシュに区切った。各区の方形区内にさらに4m×4mの方形区を設けた。5m×5mの方形区では、中層木(DBH1cm以上4cm未満)の、4m×4mでは下層木(DBH1cm未満)の樹種識別と幹本数カウントを行うとともに、4m

×4m内では草本の被度を求めた。

また、各方形区の中心地で魚眼レンズによる全天写真撮影を行い、Lia32(Yamamoto, 2003)を用いて、開空度を求めた。

中層木と下層木のそれぞれに出現した樹木の生育環境(林内区、抜き伐り区、皆伐区)を特定化するために、各樹種の幹本数を観察値とし、調査箇所数の割合から算出した本数を期待値として、 χ^2 検定を行った。また、下層木は多様度指数H'(Magurran, 1988)を算出した。

III 結果

1 中層木の成立パターン

中層木(DBH1cm以上4cm未満)の樹種構成を表-2に示す。高木性樹種は12種、小高木および低木性樹種も12種出現した。皆伐区に出現した樹種は、場所によって伐採後に出現した実生や伐採前から

表-3. 生育環境ごとの下層木の本数比較

樹種	生育環境(区)				χ^2 検定	特定生育環境(区)
	皆伐	抜き伐り	林内	総計		
高木						
スギ	151 (101.8)	4 (28.6)	4 (28.6)	159 ***	皆伐	
ミズメ	145 (101.2)	10 (28.4)	3 (28.4)	158 ***	皆伐	
ミズナラ	37 (60.8)	51 (17.1)	7 (17.1)	95 ***	抜き伐り	
ウリハダカエデ	18 (53.2)	33 (14.9)	32 (14.9)	83 ***	抜き伐り	
コシアブラ	19 (48.0)	45 (13.5)	11 (13.5)	75 ***	抜き伐り	
ヤマグワ	7 (35.9)	1 (10.1)	44 (10.1)	56 ***	林内	
ウワミズザクラ	4 (21.1)	24 (5.9)	5 (5.9)	33 ***	抜き伐り	
ミズキ	4 (18.6)	(5.2)	25 (5.2)	29 ***	林内	
クリ	17 (17.9)	10 (5.0)	1 (5.0)	28 *	抜き伐り	
キハダ	26 (16.7)	(4.7)	(4.7)	26 ***	皆伐	
ホオノキ	11 (16.7)	6 (4.7)	9 (4.7)	26 **	林内	
ヤマモミジ	2 (13.4)	7 (3.8)	12 (3.8)	21 ***	林内	
イタヤカエデ	(11.5)	12 (3.2)	6 (3.2)	18 ***	抜き伐り	
アズキナシ	(2.6)	3 (0.7)	1 (0.7)	4 **	抜き伐り	
コハウチワカエデ	(1.9)	3 (0.5)	(0.5)	3 ***	抜き伐り	
アオハダ	(1.3)	2 (0.4)	(0.4)	2 *	抜き伐り	
トチノキ	(1.3)	2 (0.4)	(0.4)	2 *	抜き伐り	
小高木および低木						
クサイチゴ	720 (462.4)	(129.8)	2 (129.8)	722 ***	皆伐	
リョウブ	48 (185.7)	167 (52.1)	75 (52.1)	290 ***	抜き伐り	
タニウツギ	262 (176.8)	13 (49.6)	1 (49.6)	276 ***	皆伐	
サワフタギ	63 (84.5)	56 (23.7)	13 (23.7)	132 ***	抜き伐り	
クマイチゴ	108 (69.2)	(19.4)	(19.4)	108 ***	皆伐	
ヤマウルシ	27 (66.0)	50 (18.5)	26 (18.5)	103 ***	抜き伐り	
マルバアオダモ	7 (57.6)	78 (16.2)	5 (16.2)	90 ***	抜き伐り	
オオバクロモジ	32 (57.0)	35 (16.0)	22 (16.0)	89 ***	抜き伐り	
ヤマアジサイ	9 (36.5)	(10.2)	48 (10.2)	57 ***	林内	
ヒメアオキ	(23.7)	36 (6.7)	1 (6.7)	37 ***	抜き伐り	
タラノキ	30 (22.4)	(6.3)	5 (6.3)	35 *	皆伐	
ハイヌツゲ	6 (17.9)	20 (5.0)	2 (5.0)	28 ***	抜き伐り	
ノリウツギ	3 (15.4)	15 (4.3)	6 (4.3)	24 ***	抜き伐り	
ナナカマド	(13.4)	1 (3.8)	20 (3.8)	21 ***	林内	
コマユミ	2 (11.5)	7 (3.2)	9 (3.2)	18 ***	林内	
ミヤマガマズミ	(11.5)	18 (3.2)	(3.2)	18 ***	抜き伐り	
スノキ	17 (10.9)	(3.1)	(3.1)	17 *	皆伐	
ツノハシバミ	2 (10.9)	14 (3.1)	1 (3.1)	17 ***	抜き伐り	
オオカメノキ	(9.0)	14 (2.5)	(2.5)	14 ***	抜き伐り	
ホツツジ	(7.0)	11 (2.0)	(2.0)	11 ***	抜き伐り	
ヒメモチ	3 (6.4)	7 (1.8)	(1.8)	10 ***	抜き伐り	
モミジイチゴ	3 (5.8)	(1.6)	6 (1.6)	9 ***	林内	
クマヤナギ	(5.1)	8 (1.4)	(1.4)	8 ***	抜き伐り	
キンキマメザクラ	(3.8)	6 (1.1)	(1.1)	6 ***	抜き伐り	
タムシバ	(3.2)	5 (0.9)	(0.9)	5 ***	抜き伐り	
コミネカエデ	1 (2.6)	(0.7)	3 (0.7)	4 *	林内	
ヤブデマリ	(2.6)	(0.7)	4 (0.7)	4 ***	林内	
エゾユズリハ	(1.9)	3 (0.5)	(0.5)	3 ***	抜き伐り	
ウラジロヨウラク	(1.3)	2 (0.4)	(0.4)	2 *	抜き伐り	
小低木						
フユイチゴ	35 (96.7)	14 (27.1)	102 (27.1)	151 ***	林内	
アクシバ	(16.0)	24 (4.5)	1 (4.5)	25 ***	抜き伐り	
ウスノキ	(8.3)	13 (2.3)	(2.3)	13 ***	抜き伐り	
蔓						
イワガラミ	(432.9)	339 (121.5)	337 (121.5)	676 ***	抜き伐り	
マタタビ	(100.6)	157 (28.2)	(28.2)	157 ***	抜き伐り	
フジ	(29.5)	4 (8.3)	42 (8.3)	46 ***	林内	
ミツバアケビ	(16.0)	1 (4.5)	24 (4.5)	25 ***	林内	
ノブドウ	(14.1)	2 (4.0)	20 (4.0)	22 ***	林内	
ササ	58 (76.2)	61 (21.4)	(21.4)	119 ***	抜き伐り	
総計	1945 (2748.2)	1403 (771.4)	943 (771.4)	4291 ***	抜き伐り	
出現種類数	44 (86.5)	50 (24.3)	41 (24.3)	135 ***	抜き伐り	
調査区画数	57	16	16	89		

χ^2 検定の期待値は、調査区画数の比とした。

***:0.1%、**:1%、*:5%の有意水準

()内は期待値を示す

皆伐区は228㎡当たり、抜き伐りと林内は64㎡当たりの幹本数

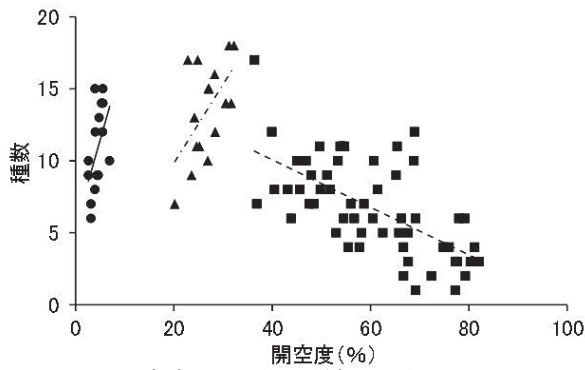


図-1. 開空度と下層木の種数の関係

●林内区: $y=1.1986x+5.4541$, $r=0.499$, $n=16$, $p<0.05$
 ▲抜き伐り区: $y=0.5467x-1.0926$, $r=0.568$, $n=16$, $p<0.05$
 ■皆伐区: $y=-0.1652x+16.684$, $r=0.631$, $n=57$, $p<0.001$

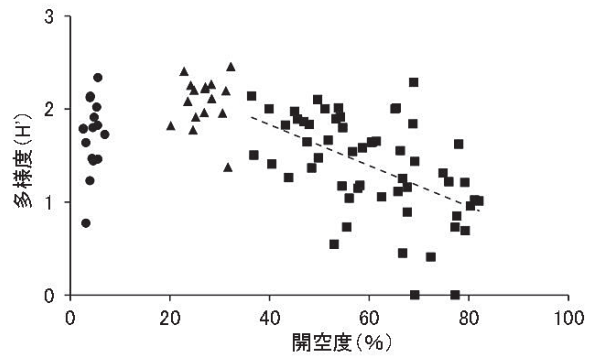


図-3. 開空度と下層木の多様度(H')の関係

●林内区: $n=16$
 ▲抜き伐り区: $n=16$
 ■皆伐区: $y=-0.022x+2.7098$, $r=0.516$, $n=57$, $p<0.001$

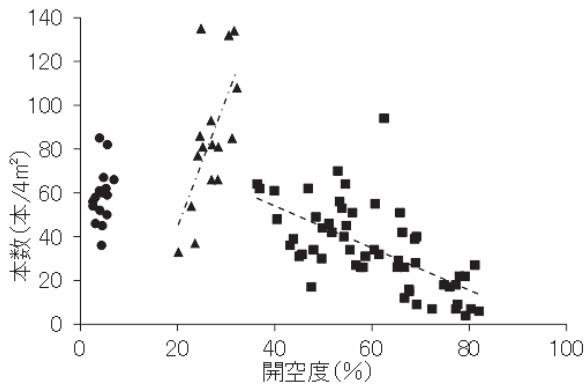


図-2. 開空度と下層木の本数の関係

●林内区: $n=16$
 ▲抜き伐り区: $y=5.849x-72.422$, $r=0.651$, $n=16$, $p<0.05$
 ■皆伐区: $y=-0.9602x+92.437$, $r=0.633$, $n=57$, $p<0.001$

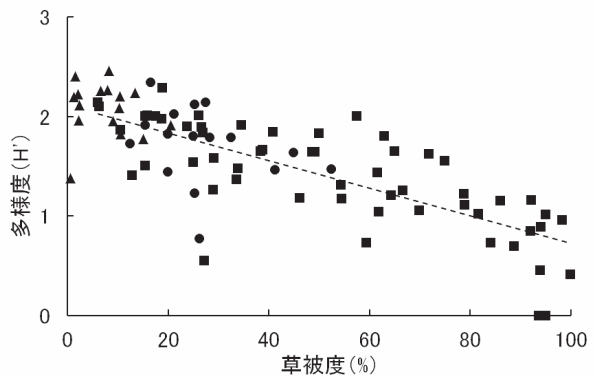


図-4. 草被度と下層木の多様度(H')の関係

●林内区: $n=16$
 ▲抜き伐り区: $n=16$
 ■皆伐区: $y=-0.0138x+2.114$, $r=0.748$, $n=57$, $p<0.001$

存在していた前生稚樹由来と思われた。それに対し、抜き伐り区と林内区に出現した樹種はほとんど前生稚樹由来であった。

幹本数と種数は、ともに抜き伐り区で最も多かった。樹種別では、タニウツギ・タラノキ・クマイチゴ(小高木および低木性)は皆伐区に、コシアブラ(高木性)、リョウブ・サワフタギ・マルバアオダモ(小高木および低木性)は抜き伐り区に、スギ(高木性)は林内に偏って出現する傾向がみられた。ただし、林内に出現したスギは伏条更新木であった。高木性には、皆伐区に偏る樹種はみられなかった。

2 下層木の成立パターン

下層木(DBH1cm未満)の樹種構成を表-3に示す。高木性樹種は17種、小高木および低木性樹種は29種、小低木性は3種、蔓性は5種出現した。各区での各樹種の発生起源は、中層木と同様であった。また、幹本数、種数とも抜き伐り区で最も多かった。樹種別では、キハダ・スギ・ミズメ(高

木性)、クサイチゴ・クマイチゴ・タニウツギ(小高木および低木性)などは皆伐区に、ミズナラ・コシアブラ・ウリハダカエデ(高木性)、リョウブ・マルバアオダモ・サワフタギ(小高木および低木性)、アクシバ・ウスノキ(小低木)、イワガラミ・マタタビ(蔓性)などは抜き伐り区に、ミズキ・ヤマグワ・ヤマモミジ(高木性)、ナナカマド・ヤマアジサイ・モミジイチゴ(小高木および低木性)、フユイチゴ(小低木)、ノブドウ・フジ・ミツバアケビ(蔓性)などは林内に偏って出現する傾向がみられた。

3 光環境と種多様性の関係

開空度と下層木の種数、本数、多様度指数の関係を、それぞれ図-1~4に示した。種数、本数は、抜き伐り区と林内区で正の相関関係がみられたが、皆伐区では負の相関関係がみられた。多様度指数は、抜き伐り区と林内区でははっきりした関係はみられなかったが、皆伐区ではやはり負の相関関係がみられた。また、草被度とH'の関係は皆伐区

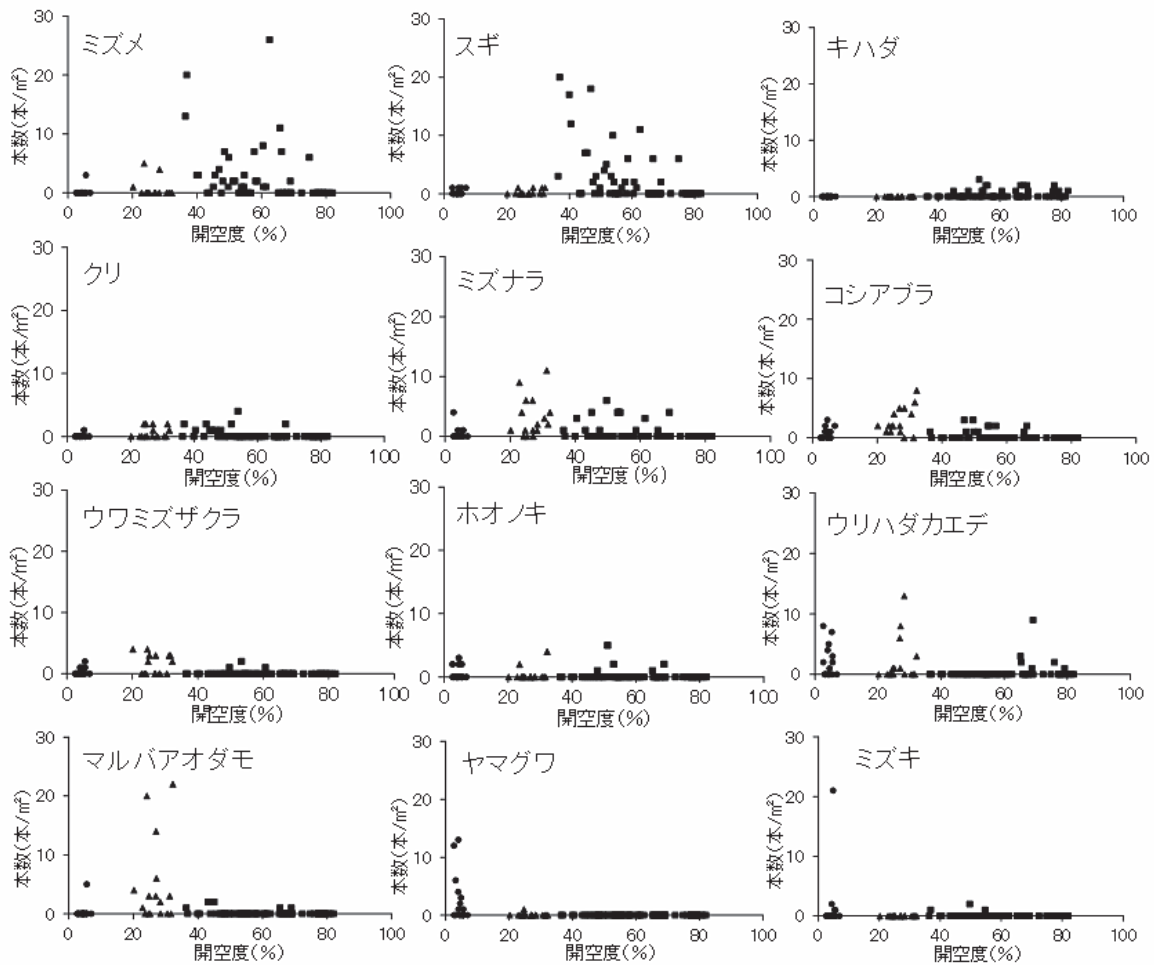


図-5. 開空度と下層木(高木性 12 種)の本数の関係
 ●林内区, ▲抜き伐り区, ■皆伐区

で負の相関関係がみられた。

5 光環境と高木性樹種の本数の関係

開空度と高木性 12 種の本数の関係を図-5 に示す (ただし、小高木性のマルバアオダモを含む)。開空度と各樹種の本数に、有意な相関関係はみられなかった。ミズメ、スギ、キハダは、皆伐区を中心に出現していたが、開空度は 40~80% の範囲で本数が多かった。クリ、ミズナラ、コシアブラ、ウワミズザクラ、ホオノキ、ウリハダカエデは林内区から皆伐区まで幅広い光環境下に出現していた。マルバアオダモは、抜き伐り区を中心に、ヤマグワとミズキは林内区を中心とした光環境下に偏る傾向がみられた。

IV 考察

今回の調査地では、林内区で前生稚樹が多いのが特徴的である。多雪地帯のスギ人工林は積雪の影響によって根元曲りが大きく、林分閉鎖に時間を要するため林内の光環境が良好で、低標高域の

スギ人工林に比べ、広葉樹の更新が促進されていることが示唆されている (小谷, 2009)。伐採前の状態を把握していないので、林内区や抜き伐り区と皆伐区の伐採前の樹種構成が類似していたかどうかは定かではない。しかし、皆伐区でも林縁部付近においては前生稚樹が多かったことから、皆伐前に多くの稚樹が存在していたと推定される。人工林の皆伐地では、周辺広葉樹林への早期の回復を望む場合には前生稚樹は重要な役割を持つ (Yamagawa and Ito, 2006) とされていることから、前生稚樹をどの程度保全できるかがポイントと考えられる。

中層木レベルでは、林内のスギ以外では高木性樹種に特定の区への偏りはみられなかった (表-2) が、下層を構成する高木性樹種では、樹種によってそれぞれの区に偏って出現する傾向がみられた (表-3)。その中で、ミズメ・スギ・キハダなどは皆伐区に偏って出現した (表-3, 図-5)。このことから、皆伐は光環境や地表環境に大きな影

響を与え、風散布タイプや埋土種子を形成する陽樹性の強いタイプには好適な環境条件を創り出したと考えられる。しかしながら、皆伐区での種数、本数、多様度指数は開空度が低くなるほど高い値を示した(図-1~3)ことから、皆伐区の中心地域では、前生稚樹ばかりでなく飛来種子や埋土種子の定着をも困難な場所が存在したと考えられる。これは、この作業地が平坦地で林内作業車により材が搬出されているため、皆伐地の中心地では地表面が激しく攪乱されたのが原因と考えられる。また、草被度の高いところほど多様度指数が低いことから(図-4)、皆伐による地表の強度な攪乱は草本の早期回復によって木本の回復を遅らせたことも考えられる。逆に、皆伐地でも林縁部のように比較的稚樹の多様性が高かった場所は攪乱がそれほど強くなく、前生稚樹が保全されていたと考えられる。

また、全体としては高木性樹種だけでなく小高木、低木、小低木性樹種いずれの生活型においても抜き伐りに偏る樹種が多く(表-2, 3)、結果として種数・本数・多様度指数とも抜き伐り区で高い値が示されている(図-1~3)。このことは、抜き伐り区では林内区に比べて光環境が良好であったばかりでなく、攪乱の程度が皆伐区に比べ比較的緩やかで、前生稚樹が保全されたことが大きな原因と考えられる。

皆伐地でミズメが多く更新していた原因は、母樹となる立木が混交していたため、もしこれが無かったら皆伐地の更新稚樹は少なかったと考えられる。

以上のことから、針葉樹人工林の伐採収穫を考える際には林地の更新面を保全する伐採や搬出が必要であると同時に、周辺地域に母樹となる広葉樹の保残も必要と考えられる。抜き伐り中心の収穫とし、皆伐の場合も小面積を基本とすることが望ましいと考えられる。

引用文献

林野庁(2012) 森林・林業白書—平成23年度森林および林業の動向。第180回国会(常会)提出：<http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyoyo/23hakusyoyo/pdf/honbunmokuji.pdf>，引用2013/5/30。

小谷二郎(2009) 多雪地帯のスギ人工林皆伐跡地において標高の違いが木本種の定着に与える影

響。森林立地51:69-76。

小谷二郎(2012) 特集伐跡地の森林再生、更新・保育技術を考える—成林の要! 保育施業技術とその課題。森林技術847:14-18。

前林利文(2006) 皆伐後の再造林を推進する「水源林再生支援事業」—森林環境の保全と林家の意欲向上を図る—(特集—再造林放棄地を再生する。現在林業No.11, 全国林業普及協会, 東京)。23-27。

Magurran A. E. (1988) Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. Princeton, NJ.

三島直温・相澤孝夫(2006) 伐採跡地を低コストで回復する技術—森林公益機能回復モデル事業—(特集—再造林放棄地を再生する。現在林業No.11, 全国林業改良普及協会, 東京)。28-33。

Noda, I. and Hayashi, M. (2004) Characteristic differences of non-reforested lands compared with reforested lands in Kumamoto, Kyushu. Bulletin of Forestry and Forest Products Research Institute 3: 29-32。

讀 健一(2006) 県・市町村・林業関係者連携で放置林対策—皆伐後の植林未済地の解消に向けたアクションプログラム—。(特集—再造林放棄地を再生する。現在林業No.11, 全国林業改良普及協会, 東京)。16-22。

Yamagawa, H. and Ito, S. (2006) The role of different sources of tree regeneration in the initial stages of natural forest recovery after logging of conifer plantation in a warm-temperate region. Journal of Forest Research 11: 455-460。

Yamamoto, K. (2003) LIA for Win 32 (LIA 32). <http://www.Nagoya-u.ac.jp/~shinkan/LIA32/index.html>. 引用2004/10/13。