

# 過密な針葉樹人工林に対する強度間伐が広葉樹の更新に与える影響

— 間伐後 3 年間の実生の生存と成長 —

小谷二郎

**要旨** : 強度間伐による過密な針葉樹人工林での広葉樹の更新を促進させるため、アテ・ヒノキ・スギ人工林を対象に、間伐試験を行った。間伐強度は本数間伐率で 40%・20%を目安に行い、無間伐の対照林と比較した。また、スギ人工林の一部では列状間伐も行った。間伐後の出現樹種は、埋土種子の検出時にはみられなかった周辺広葉樹二次林の構成樹種が多く含まれていた。強度間伐区では、時間の経過とともに二次林の構成樹種の生存率が高まり、3年間で強度間伐の効果が徐々にあらわれ始めていることが示唆された。

**キーワード** : 強度間伐、更新、広葉樹、埋土種子、針葉樹人工林

## I はじめに

全国的に、公益的機能の低下した手入れ不足の過密な針葉樹人工林が問題となっており、森林環境税により、強度間伐を行って広葉樹との混交林化を図る事業が各県で進められている（林野庁，2009）。石川県でも平成 19 年（2007 年）に森林環境税が導入され、2 万 ha の過密な針葉樹人工林を対象に、強度間伐が進められている。

これまでの既存の多点調査結果では、間伐率が高いほど林内の植生被度が増加するとともに広葉樹の種数や個体数も増加することが示唆されている（小谷，2009a）。しかしながら、広葉樹の更新密度は林分により大きな差がみられ、この原因として標高、地位、傾斜度といった立地環境要因が関係していることも示唆されている（小谷，2009b；小谷，2011）。多点調査においては間伐直後の実生の更新動態を捉えることが難しく、間伐

の影響が前生稚樹と後生稚樹（新規更新稚樹）にそれぞれどのような影響を与えているのか判別が難しい。

そこで、実際に強度間伐を行った林分において、広葉樹の更新状況を追跡調査し、間伐強度が前生稚樹（以下、前生樹）や後生稚樹（以下、後生樹）の発生や生存に与える影響について検討した。

## II 調査地および調査方法

### 1 調査地

調査地は、石川県七尾市小牧（標高 140~190m）のスギ人工林（53 年生）・ヒノキ人工林（31 年生）・アテ人工林（48 年生）である。スギ人工林は、斜面中腹から下部で傾斜が 15~20°であったのに対し、アテとヒノキは斜面中腹で傾斜が 25~30°であった。2006 年秋に、それぞれ人工林に強度間伐区、列状間伐区、弱度間伐区を設定した。間伐

表-1 調査地の概要

樹種	間伐区分	間伐前					間伐後					間伐率(%)		rPPFD %
		胸高直径	樹高	本数	材積	Ry	胸高直径	樹高	本数	材積	Ry	本数	材積	
		cm	m	本/ha	m <sup>3</sup> /ha		cm	m	本/ha	m <sup>3</sup> /ha				
アテ	強度	20.9	17.2	1,540	466.6	0.75	21.9	17.3	880	300.8	0.52	42.9	35.5	17.0
	弱度	17.1	13.3	1,650	351.0	0.67	17.3	13.1	1,220	280.8	0.56	25.9	20.0	15.0
	対照	22.9	19.5	1,300	561.1	0.77	22.9	19.5	1,300	561.1	0.77	-	-	10.0
ヒノキ	強度	19.5	13.6	1,610	347.5	0.78	20.6	13.6	960	225.2	0.56	40.7	35.2	17.6
	弱度	19.9	13.0	1,720	348.3	0.80	19.8	12.9	1,350	299.5	0.70	21.6	21.9	14.9
	対照	17.6	10.1	1,620	214.4	0.63	17.6	10.1	1,620	214.4	0.63	-	-	11.7
スギ	強度1	23.4	18.2	1,250	641.8	0.85	24.8	18.2	760	428.1	0.63	39.2	33.3	19.2
	弱度1	22.2	18.4	1,170	551.1	0.78	23.1	18.3	910	428.1	0.66	22.2	22.3	17.4
	強度2	23.3	17.3	1,290	593.4	0.82	25.4	18.0	770	423.7	0.62	40.0	28.6	19.1
	弱度2	24.0	17.6	1,200	647.8	0.83	27.4	18.7	930	603.5	0.75	22.4	6.8	15.9
	列状	25.3	18.8	900	481.7	0.70	25.0	18.2	550	286.4	0.49	38.9	40.5	19.5
	対照	25.7	20.9	1,200	624.0	0.82	25.7	20.9	1,200	624.0	0.82	-	-	11.7

材積は、単木の材積の積み上げによって計算した。Ryは、本数と材積から密度管理図上で求めた。rPPFDは、散乱光条件での相対光量子束密度を示す。

The effect of heavy thinning on regeneration of broad-leaved trees in overstocked coniferous plantations.  
— Survival and growth of seedlings for three years after thinning —.

表-2 埋土種子調査の結果(本/m<sup>2</sup>)

樹種	人工林		
	スギ	アテ	ヒノキ
<b>高木</b>			
アカメガシワ	2.5	1.2	1.2
カラスザンショウ	0.0	3.7	0.0
スギ	67.9	28.4	0.0
ヒノキ	0.0	1.2	108.6
ヤマグワ	1.2	0.0	0.0
計	71.6	34.6	109.9
<b>小高木</b>			
キブシ	6.2	9.9	3.7
サンショウ	0.0	1.2	0.0
タラノキ	1.2	6.2	0.0
ヌルデ	7.4	3.7	1.2
ヒサカキ	1.2	0.0	0.0
ヤマウルシ	0.0	1.2	0.0
リョウブ	0.0	3.7	1.2
計	16.0	25.9	6.2
<b>低木</b>			
オオバクロモジ	1.2	2.5	0.0
クマイチゴ	21.0	45.7	32.1
クマヤナギ	0.0	0.0	1.2
タニウツギ	18.5	0.0	6.2
ヒメコウゾ	212.3	130.9	58.0
ムラサキシキブ	1.2	0.0	0.0
モミジイチゴ	4.9	0.0	1.2
ヤブコウジ	6.2	45.7	22.2
ヤマハギ	1.2	0.0	2.5
計	266.7	224.7	123.5
<b>つる</b>			
サルトリイバラ	1.2	0.0	2.5
ノブドウ	3.7	3.7	3.7
計	4.9	3.7	6.2
<b>不明</b>			
sp1	0.0	0.0	2.5
計	0.0	0.0	2.5
<b>本数密度合計</b>	<b>359.3</b>	<b>288.9</b>	<b>248.1</b>
<b>出現種数合計</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>15</b>

の割合は、本数間伐率を基準として強度間伐区と列状間伐区は40%をめどに、弱度間伐区では20%をめどに間伐を行った。また、強度間伐区と弱度間伐区は小径木間伐を行った。列状間伐区は、4m幅で交互に伐採区を設定した。また、近隣で同様な施業履歴を持つほぼ同齡のスギ、アテ、ヒノキ人工林を対照区として選定した。造林地と周辺広葉樹二次林との距離は40~200mで、林分により若干条件が異なった。なお、スギ人工林の対照区は、2008年と2009年に冠雪害を受けて造林木の本数密度が低下した。

## 2 調査方法

間伐前に、概ね20m×20mのコドラートをスギ人工林に6箇所(対照区:1,強度区:2,列状区:1,弱度区:2)、ヒノキ人工林とアテ人工林に3箇所ずつ(対照区、強度区、弱度区を1箇所ずつ)設定し、コドラートを16分割して、それぞれメッシュ内に2m×2mの小プロットを1個設定した。これらのプロット内で、2006年(間伐前)から2009年まで、毎年、前生樹および3年間に発生した実生の生存状況と成長を調査した。

また、間伐に先立って、スギ、アテ、ヒノキ人工林それぞれ3箇所ずつにおいて実生発生法(Brown, 1992)によって埋土種子を調査した。1箇所当たりランダムに5個の堀取り区(30cm×20cm×5cm)を設け、堀取った土を持ち帰り、予め赤玉土を入れておいたプランター内に土を播き出した。土の堀取りは3月に行い、9月まで乾燥させないように定期的に水遣りを行い、1~3週間間隔で11月まで発生した実生を個体識別した。これらの樹種の生活型区分は佐竹ら(1989)にしたがった。

2007年11月の曇天時に、小プロット上の1.5mで魚眼レンズにより全天空写真を撮影し、CanopOn(竹中, 2001)を用いて相対光量子束密度を把握した。また、出現種数や本数密度の差の分散分析は、統計ソフトStatSoft(2005)STATISTICA™06J.を用いた。

## III 結果

### 1 調査林分の概要

アテ、ヒノキ、スギ人工林の間伐前後の概要を表-1に示す。収量比数は、アテが0.67~0.77、ヒノキが0.63~0.80、スギが0.70~0.85で、若干ばらつきはみられるがほとんどが過密な林分であった。これらは、間伐によってアテが0.52~0.56、ヒノキが0.56~0.70、スギが0.49~0.75となり、弱度間伐区で0.10~0.12下がったのに対し、強度間伐区では0.20~0.23下がった。相対光量子束密度は、対照区で10.0~11.7%、弱度間伐区で14.9~17.6%であったのに対し、列状間伐区を含めた強度間伐区では17.0~19.5%であった。

### 2 埋土種子量とその種構成

発芽促進方法によって検出された埋土種子量と出現した樹種の構成を表-2に示す。全部で、24種(15~17種)248.1~359.3本/m<sup>2</sup>で、造林樹種を除けば、21種(13~16種)、139.5~291.4本/

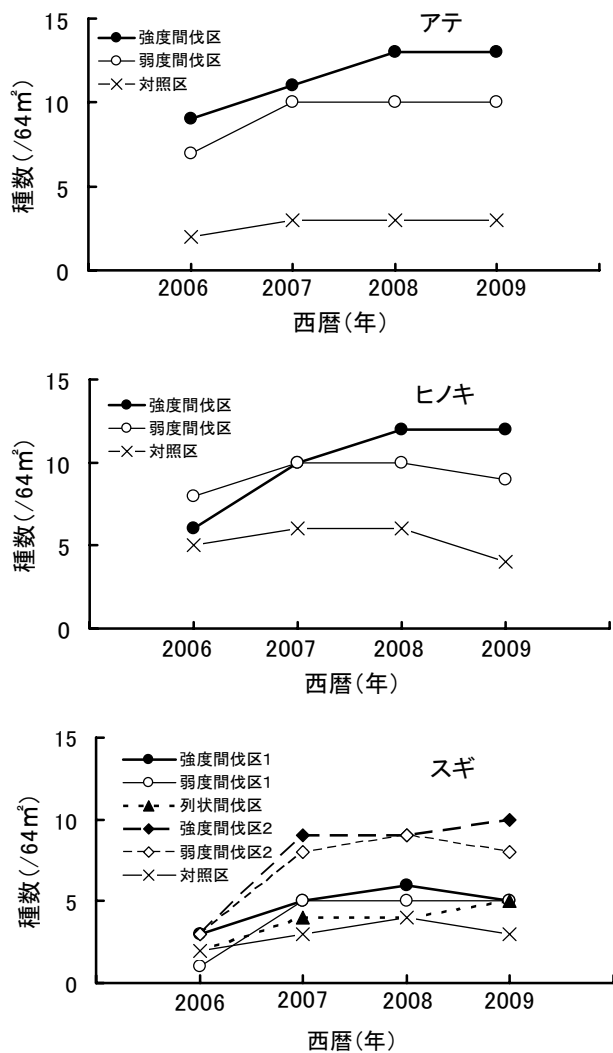


図-1 出現した高木広葉樹の種数変化

m<sup>2</sup>の密度であった。出現樹種数および本数密度は、造林樹種間で差はみられなかった（一元配置分散分析、 $p>0.05$ ）。造林樹種以外の高木は、アカメガシワ、カラスザンショウ、ヤマグワの3種のみが出現したが、ヒノキ林ではアカメガシワのみが出現した。密度は、1.2~4.9 本/m<sup>2</sup>であった。小高木は、キブシ、タラノキ、ヌルデなど7種（3~6種）が出現し、密度は6.2~25.9 本/m<sup>2</sup>でヒノキ人工林はアテ人工林に比べて密度が低かった（一元配置分散分析、 $p<0.05$ 、Tukey の多重比較、 $p<0.05$ ）。低木は、ヒメコウゾ、クマイチゴ、ヤブコウジなど9種（4~8種）が出現し、密度は123.5~266.7 本/m<sup>2</sup>であった。つるは、サルトリイバラとノブドウの2種（1~2種）のみが出現し、密度は3.7~6.2 本/m<sup>2</sup>であった。

### 3 出現広葉樹の種数変化

図-1~3は、それぞれアテ、ヒノキ、スギ人

工林に出現した樹種の3年間で種数変化を示している。アテとヒノキでは、対照区に対して間伐区で増加する傾向がみられた。スギ人工林では、強度間伐区2と弱度間伐区2に比べ、強度間伐区1と弱度間伐区1は対照区と大きな差がみられなかった。また、スギ人工林の列状間伐区は強度間伐区1や弱度間伐区1と大きな差はみられなかった。いずれの造林樹種の人工林でも2年目以降は増加が鈍り、林分によっては減少する傾向がみられたが、スギ人工林の強度間伐区1と弱度間伐区1を除いて、3年目に強度間伐区が弱度間伐区を上回る林分が多かった。

### 4 出現広葉樹の本数密度変化

図-4~6は、アテ、ヒノキ、スギ人工林に出現した樹種の3年間で本数密度変化を示している。ここでは、前生樹と後生樹に分け、さらに先駆性樹種と広葉樹二次林の構成樹種（常緑広葉樹を含む）に分けて本数変化を示した。間伐前の前生樹の密度は、いずれの造林樹種とも各処理区間で差はみられなかった（一元配置分散分析、 $p>0.05$ ）。間伐による広葉樹の密度増加は、アテとヒノキ人工林ではみられたが、スギ人工林の強度間伐区1と弱度間伐区1および列状間伐区との間では顕著な差はみられなかった。アテとヒノキ人工林では、前生樹の密度が年とともに徐々に下がる傾向がみられた。後生樹の密度は、対照区に比べて間伐区で密度が高くなる傾向がみられた（一元配置分散分析、 $p<0.05$ ）。しかし、間伐強度による密度の差はスギ人工林の先駆性樹種でのみみられた（一元配置分散分析、 $p<0.05$ ）。先駆性樹種が、間伐初年度に密度が高くなり、年とともに徐々に減少する傾向を示したのに対し、二次林構成樹種は間伐初年度の密度をほぼ維持または増加させながら推移した。

### 5 主な樹種の生存と成長

表-3に、間伐後に発生した主な樹種の3年間の生存数と生存率を示した。先駆性樹種では、アカメガシワやネムノキの生存数がスギ人工林で多かった（ただし、生存率は低かった）。二次林構成樹種では、アオハダ、ヤマザクラなどの生存数が多かった。また、コナラやコシアブラで生存率の低いところもみられたが、全体に生存率は高い傾向にあった。

表-4は、前生樹の3年間の生存数と生存率を示している。前生樹の密度は全体に低い、コシ

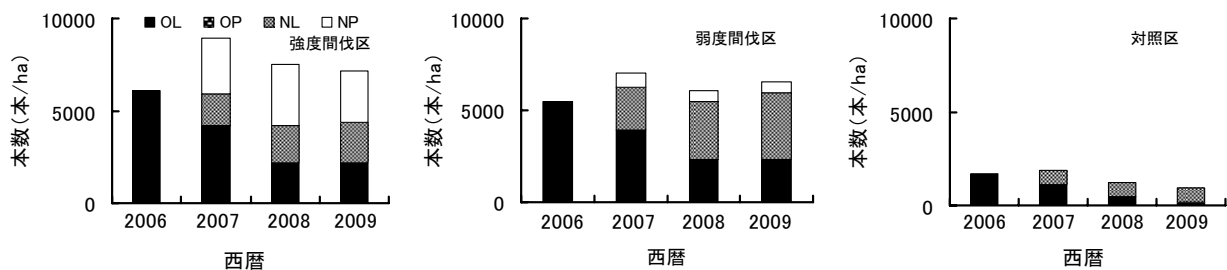


図-2. 出現した高木広葉樹の本数変化(アテ人工林)

NP: 後生の先駆性樹種、NL: 後生の二次林構成樹種、OP: 前生の先駆性樹種、OL: 前生の二次林構成樹種

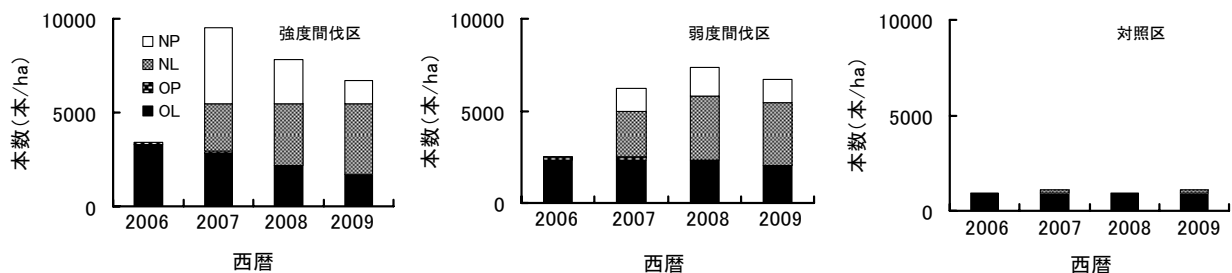


図-3 出現した高木広葉樹の本数変化(ヒノキ人工林)

NP、NL、OP、OLの記号は、図-2に準ずる

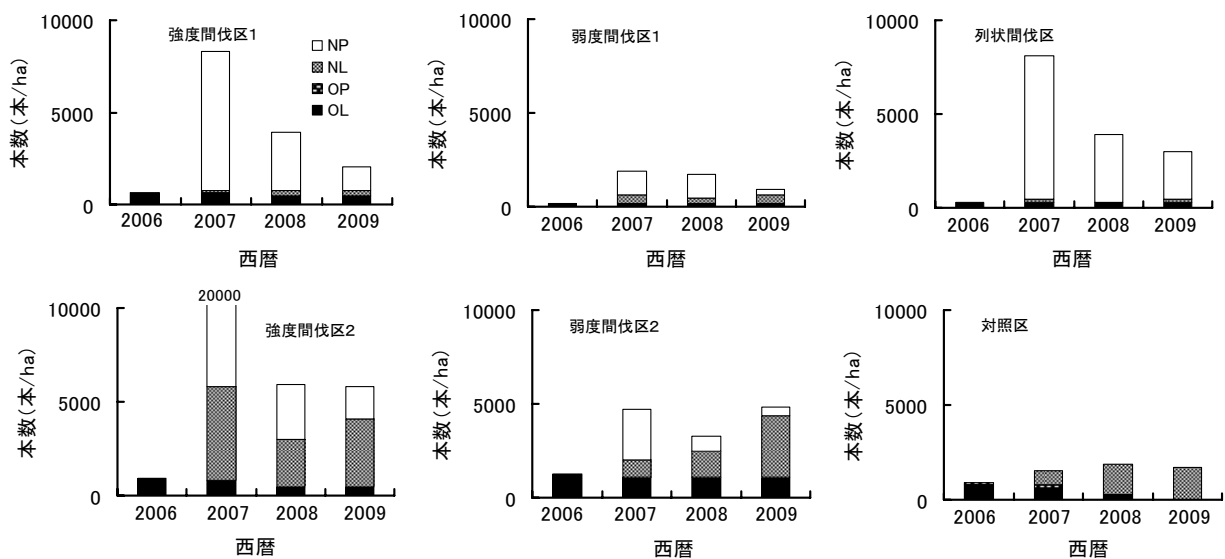


図-4 出現した高木広葉樹の本数変化(スギ人工林)

NP、NL、OP、OLの記号は、図-2に準ずる

アブラ以外の生存率が高い傾向にあった。前生樹には、シロダモやウラジロガシなど遷移後期種(常緑広葉樹)が存在した。

表-5は、主な樹種のサイズと成長量を示している。先駆性樹種は、列状間伐区で一部カラスザンショウが大きく成長している場所があったが、他の樹種ではほとんど20cm以下であった。後生樹では、強度間伐区のクヌギ、アオハダ、ホオノキ

などの二次林構成樹種で20cm以上のサイズがみられた。前生樹では、遷移後期種、アオハダ、ウラミズザクラ、ホオノキなどで稚樹サイズ、成長量とも大きい傾向があった。20cm以上のサイズは後生樹に比べて前生樹で多い傾向がみられた。

#### IV 考察

過密林分に対して、取量比数の減少割合を通常

表-3 間伐後3年間に発生した先駆性樹種(上)と二次林構成樹種(下)の生存数(本/64 m<sup>2</sup>)と生存率(%)

樹種	アテ			ヒノキ			スギ					
	強度	弱度	対照	強度	弱度	対照	強度1	弱度1	強度2	弱度2	列状	対照
アカメガシワ	<b>34</b> 23.5	<b>11</b> 72.7	<b>0</b> 0	<b>20</b> 70.0	<b>5</b> 80.0	<b>0</b> 0	<b>50</b> 16.0	<b>8</b> 12.5	<b>151</b> 4.0	<b>26</b> 11.5	<b>39</b> 15.4	<b>0</b> 0
カラスザンショウ				<b>5</b> 60.0	<b>0</b> 0	<b>0</b> 0	<b>5</b> 0	<b>0</b> 0	<b>0</b> 0	<b>0</b> 0	<b>2</b> 100	<b>0</b> 0
ネムノキ	1 100	0 0	0 0	1 100	0 0	0 0	0 0	2 50.0	<b>8</b> 62.5	1 0	<b>19</b> 52.6	0 0
コナラ	<b>3</b> 66.7	<b>6</b> 23.3	1 0	1 100	1 100	1 0	0 0	0 0	<b>6</b> 33.3	2 50.0	0 0	0 0
クリ	1 100	<b>3</b> 33.3	0 0	0 0	<b>3</b> 66.7	0 0	0 0	2 50.0	<b>7</b> 71.4	1 0	1 100	2 100
クヌギ	2 100	0 0	0 0	1 100	0 0	0 0	1 100	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
アベマキ	0 0	1 100	0 0	0 0	1 100	0 0						
コシアブラ	<b>6</b> 33.3	<b>9</b> 11.1	<b>6</b> 0	1 0	2 100	0 0	2 50.0	1 0	0 0	0 0	0 0	0 0
アカシデ				1 0	0 0	0 0						
アオハダ	<b>18</b> 66.7	<b>7</b> 85.7	0 0	1 100	<b>8</b> 100	0 0	0 0	0 0	2 100	<b>8</b> 100	0 0	<b>6</b> 100
ウワミズザクラ	1 100	1 100	0 0	0 0	0 0	2 100	0 0	1 100	<b>3</b> 66.7	<b>6</b> 66.7	0 0	1 100
ヤマザクラ	2 100	<b>7</b> 100	2 50.0	<b>13</b> 69.2	<b>10</b> 80.0	1 100	2 0	0 0	<b>5</b> 40.0	<b>4</b> 100	0 0	<b>4</b> 25.0
ヤマモミジ	2 100	0 0	0 0	1 100	1 100	1 100	0 0	0 0	<b>27</b> 11.1	3 0	1 0	1 100
ウリハダカエデ				0 0	0 0	1 100						
ホオノキ				1 100	0 0	0 0	0 0	1 100	2 100	0 0	0 0	0 0
ハリギリ							0 0	0 0	<b>6</b> 100	2 100	0 0	0 0

上段/下段: 生存数/生存率

太字は、発生数が3個体以上で生存率が20%以上の場合

の間伐に比べて約2倍高めたことによって、相対照度は約1割強増加した(表-1)。その結果、3年間に生存した広葉樹の出現種数および本数密度は、対照区よりも間伐処理区で増加する傾向がみられた(図-1~4)。しかしながら、間伐強度の違いによる発生数の差はスギ林の一部先駆性樹種でのみみられた。県内での多点調査の結果、間伐強度が高いほど広葉樹の種数と本数密度が増加する傾向が示されている(小谷, 2009a)が、現段階では、それを明確に示すことはできなかった。

埋土種子の検出調査から、15~17種、248.1~359.3本/m<sup>2</sup>の樹種が出現した。この値は、これまで調べられた針葉樹人工林での結果(木佐貫ら, 2002; 横井ら, 2005; 酒井, 2006; Yamagawa and Ito, 2006; 小谷, 2007)の平均的な値と考えられる。ヒノキ人工林では、アテ人工林よりも小高木樹種

の種数と本数密度が少ない傾向がみられた(表-2)ものの、全体としては太平洋側地域の過密なヒノキ人工林(横井ら, 2005; 酒井, 2006; Yamagawa and Ito, 2006)よりも多い傾向がみられた。

今回の埋土種子調査では、造林樹種以外の高木樹種はアカメガシワ、カラスザンショウ、ヤマグラワのみの出現に留まっていたが、実際に間伐によって出現した樹種構成は大きく異なり、間伐初年度から先駆性樹種ばかりでなく、広葉樹二次林の構成樹種も多くみられた(表-3)。これらのことから、間伐は埋土種子由来に限らず、間伐後の種子の飛来や移入にも効果的に働いている可能性が示唆された。ただし、間伐初期には強度間伐による発生促進効果が先駆性樹種にのみ現れていることと、同じ間伐強度でもスギ人工林では場所による違いがみられた(図-4)ことから、間伐によ



表-4 間伐後3年間の前生樹(先駆性樹種(上)、二次林構成樹種(中)、遷移後期種(下))の生存数(本/64 m<sup>2</sup>)と生存率(%)

樹種	アテ			ヒノキ			スギ					
	強度	弱度	対照	強度	弱度	対照	強度1	弱度1	強度2	弱度2	列状	対照
アカメガシワ	1	1	0				0	0	0	0	0	1
	0	0	0				0.0	0	0	0	0	0
アワブキ							1	0	0	0	0	0
							100	0	0	0	0	0
ホオノキ	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	100	0	0	100	0	0	100	0	0	0	0	0
コナラ	2	1	0	1	<b>3</b>	2	0	0	2	0	0	0
	50	0	0	100	0	0	0.0	0	0	0	0	0
クリ	1	1	0	0	1	1						
	0	0	0	0	0	0						
クヌギ	1	2	0									
	100	100	0									
コシアブラ	1	<b>6</b>	0	1	2	<b>3</b>	2	0	0	<b>3</b>	0	<b>5</b>
	0	<b>66.7</b>	0	100	100	<b>33.3</b>	50.0	0	0	<b>66.7</b>	0	<b>20.0</b>
コハウチワカエデ							0	0	0	0	1	0
							0	0	0	0	100	0
アオハダ	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
	0	100	0	0	100	0	0	0	0	0	100	0
ウワミズザクラ	<b>3</b>	1	0				0	1	0	0	0	0
	<b>66.7</b>	100	0				0	100	0	0	0	0
ヤマザクラ				<b>6</b>	<b>4</b>	1						
				<b>83.3</b>	<b>50.0</b>	0						
ヤマモミジ				0	1	1						
				0	0	0						
ヤブツバキ	0	0	<b>3</b>									
	0	0	<b>100</b>									
ウラジロガシ	2	<b>4</b>	0	4	<b>8</b>	0						
	100	<b>100</b>	0	<b>100</b>	<b>87.5</b>	0						
シロダモ	<b>3</b>	0	<b>3</b>	0	<b>3</b>	0						
	<b>100</b>	0	<b>100</b>	0	<b>100</b>	0						

上段/下段:生存数/生存率

太字は、発生数が3個体以上、または生存率が20%以上の場合

る広葉樹の更新には立地条件や間伐後の年数などが関係している (Bailey et al., 1998; Ito et al., 2003; 小谷, 2011) ようである。スギ人工林の強度間伐区1、弱度間伐区1、列状間伐区は斜面下部の谷筋部分に占める割合が高かったことから、広葉樹の発生数は地位の高い場所では少ない可能性が示唆される。これは、多点調査の結果 (小谷, 2011) と一致する。

前生樹と後生の先駆性樹種は二次林構成種に比べて間伐後の本数密度の減少割合が高かった (図-2~4)。林分閉鎖に伴う先駆性樹種の減少はある程度考えられる。前生樹の減少は、コシアブラで特異的に発生している (表-4) ことから、前生樹全体の樹種構成の変化には大きな影響はないと考えられる。

出現種数は、間伐2年目以降増加が鈍りまたは減少する林分がみられる (図-1)。これは、2年

目以降先駆性樹種の減少割合が高いこと、後生の二次林構成樹種でもコナラやコシアブラで生存率が低いこと、アテやヒノキ人工林では前生樹 (コシアブラ) の本数密度が下がることが関係していると考えられる (図-2, 3)。しかしながら、3年目には一部を除いて強度間伐区に比べて弱度間伐区で種数の減少が目立つこと、大きな稚樹サイズが強度間伐区に目立つ (表-5) ことなどから、強度間伐の効果は年数の経過とともに顕著になる可能性が考えられる。カラマツ人工林での間伐試験では、本数間伐率40%の間伐区は同20%の間伐区よりも林床の種の豊富さや多様性が増加し、しかも4年間間伐効果 (光環境の改善) が持続している (Son et al., 2004) ことが示されている。このことから、4年目以降も広葉樹の生存や成長に対する強度間伐効果は持続すると考えられる。石川県において、若齢時 (20~30年) にスギ人工

表-5 間伐後3年間の先駆性樹種(上)、二次林構成樹種(中)、遷移後期種(下)の稚樹高(cm)と成長量(cm)

樹種	アテ			ヒノキ			スギ					
	強度	弱度	対照	強度	弱度	対照	強度1	弱度1	強度2	弱度2	列状	対照
アカメガシワ	5.9	9.8		9.5	9.6		25.7	5	5.5	12.7	6.8	
カラスザンショウ				12.5								216
ネムノキ	8.5			13				9.9	6.5			6.6
コナラ	12.0 11.5(3.5)	8.8 8.0(1.0)		12.8 27.0(11.0)	10				8.5	10.5		
クワ	18.0	11.5			11.6			5	16.1		2.1	27.8
クスギ	9.5 20(-1)	19(-1) 15.5		29.5			22.7					
アベマキ					13.5							
コシアブラ	7.1 36.8(-1.3)	3.5		8(-3) 28(2.5)	4.8 5(-1)		4 16(-5)			18(5)		
アワブキ							158(137)					
アオハダ	13.3 21.5 30(23)			7.5 5.4 12(8)					5.5 220(212)	4.9 61(47)	190(153)	4.1
ウワミズザクラ	6.0 63(39)	9.5 28(17)			5.3			6.5 15(-1)	6.8 157(122)	9.4 86(43)		7
ヤマザクラ	4.2	10.6	5.5	11(-1) 8.8 10.9(3.7)	11 6(-1.5)	11.5			5.3	6.9		11
ヤマモミジ	5.8			4	8.5	2			8			5.5
ウリハダカエデ						4.5						
コハウチワカエデ											5(-7)	
ホオノキ				11 30(12)			26 68(33)		61.3	5.5		
ハリギリ									3.5	4		
シロダモ	42.7(20.3)		19.3(-7.3)		38.3(11.3)							
ウラジロガシ	10.5(2.5)	88.8(48.8)		62(22.5)	40(13.1)							
ヤブツバキ			23(4.3)									

上段/下段:後生/前生。前生樹の( )内は成長量を示す。  
太字は、稚樹高20cm以上を示す。

林に侵入した広葉樹が50年以上持続的に成長している例が報告されている(小谷, 2004)。侵入のきっかけは間伐や冠雪害で、成長を持続している広葉樹は林冠ギャップにより良好な光環境が得られる場所に侵入した場合である(小谷, 2004)。強度間伐によって良好な光環境下で生育できれば、混交樹種としての期待度が高いと考えられる。

今回、一箇所だけであるが列状間伐を行った。その結果、一部先駆性樹種の成長促進がみられたが、発生した広葉樹の種数や密度は定性間伐区と大きな差はみられなかった。これは、前述のとおり間伐の影響よりも立地環境が影響していると考えられる。

以上のことから、間伐後3年間での広葉樹の更新状況から、先駆性樹種、広葉樹二次林の構成樹種、遷移後期樹種それぞれが特徴的な生存と成長を示し、強度間伐区では混交林となる主要な樹種構成を徐々に固定化し始めているものと考えられた。また、スギ人工林で同じ間伐率であっても、場所により更新密度が異なることも明らかとなったことから、時間の経過とともに、天然更新によ

る適不適地も明らかとなりつつあるものと考えられる。

## 引用文献

- Bailey J. D., Mayrsohn C., Doescher P. S., St. Pierre E., Tappeiner J. C. (1998) Understory vegetation in old and young Douglas-fir forests of western Oregon. *For. Ecol. Manage.* **112**: 289-302.
- Brown D. (1992) Estimating the composition of forest seed bank: a comparison of the seed extraction and seedling emergence methods. *Can. J. Bot.* **70**: 1603-1612.
- Ito S., Nakagawa M., Buckley G. P., Nogami K. (2003) Species richness in sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) plantation in southeastern Kyushu, Japan: the effects of stand type and age on understory tree and shrubs. *J. For. Res.* **8**: 49-57
- 木佐貫博光・巾高志・武田明正(2002)天然林と人工林における林床植生および埋土種子集団

- の組成の比較. 中森研 50 : 37-38.
- 小谷二郎 (2004) スギ人工林の冠雪害と広葉樹の侵入パターン. 石川県林試研報 35 : 1-86.
- 小谷二郎 (2007) スギ人工林における木本種の埋土種子数と種組成. 石川県林試研報 39 : 59-64.
- 小谷二郎 (2009a) 針葉樹人工林の強度間伐が広葉樹の更新に与える影響. 中森研 57 : 35-36.
- 小谷二郎 (2009b) 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 (2011) 林分管理および立地環境が針葉樹人工林内の広葉樹の更新に与える影響. 石川県林試研報 43 : 1-4.
- 日本林業技術協会 (1999) 人工林林分密度管理図 (林野庁監修).
- 林野庁 (2009) 平成 20 年度森林・林業白書—林業の新たな挑戦.
- 酒井 敦 (2006) 針葉樹人工林伐採跡地の植生回復機構の解明とその応用に関する基礎研究. 東京農工大学連合大学院博士論文 122pp.
- 佐竹義輔・原寛・亘野俊次・富成忠夫 (編) (1989) 日本の野生植物—木本 I、II. 平凡社, 東京.
- Son Y., Lee Y. Y., Jun Y. C., Kim Z. (2004) Light availability and understory vegetation four years after thinning in a *Larix leptolepis* plantation of central Korea. J. For. Res. 9: 133-139.
- StatSoft (2005) STATISTICA™06J.
- 竹中明夫 (2001) 全天空写真解析プログラム Canop0n. (<http://takenaka-akio.cool.ne.jp/>、2006 年 11 月 20 日引用).
- 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. J. For. Res. 11: 455-460.
- 横井秀一・井川原弘一・渡邊仁志 (2005) 下層植生の乏しいヒノキ人工林の表土に含まれる埋土種子数. 中森研 50 : 5-6.