

## 下刈り期間を変えたブナ人工林の若齢期における下層植物群落の構造とその変化

長谷川 幹夫

Structure and dynamics of understories in a young beech plantation with different weeding periods

Mikio HASEGAWA

豪雪地帯のスギ不成績造林地の修復を目的として育成したブナ人工林において、下刈り期間を変えた実験区（10年間継続した部分を下刈り区、3年間で中止した部分を放置区とする）を設定し、処理の違いが、若齢期（4年時から8年時）の下層群落の構造とその変化に与える影響を検討した。下刈り区では8年時でも林地は被覆されておらず先駆性植物が生存していた。放置区では、8年時になると林冠が閉鎖し、階層構造が形成され、先駆性植物が消失または減少し、林床性植物や林冠性木本が増加していた。このような修復施業では、下刈り期間を短縮することで、植栽木と侵入広葉樹や林床植物が混交する周辺の自然植生に近い森林を育成できると考えられた。

### 1. はじめに

森林やその機能に対する要求が多様化し、森林が保健休養や多様な生物の生息の場として重視されるようになった今日、構成種や多様性を健全な形で保全しながら、目的樹種の更新を図ることの重要性が指摘され（長池, 1999）、多様な生物相を包含しうる森林の管理技術が林業にも求められるようになってきた（藤森, 1997）。そこで、森林の管理と種組成の関係を解明する研究が多くなされるようになってきている。とくに多雪地のブナ林域においては、植物種多様性に及ぼす人為的撹乱の影響に関する詳細な研究がなされている（長池, 2000a）。このほかにも二次林を対象とした研究は進んでいる（紙谷, 1999；中静・飯田, 1996；Yoshida and Kamitani, 1998）。しかし、人為的な撹乱の傾向を総合的にまとめたものは少なく、まだ資料の蓄積の段階である（長池, 1999）。また、森林の利用と保続を図るためには、更新技術の確立が不可欠であり、それに関わる作業が森林の種組成に及ぼす影響を把握することが重要である（長谷川, 2005）。

森林の伐採跡地における人工更新施業地（以下、造林地という）では、地拵え後植栽木の成長とともに伐採や地拵え作業以前から生育していた林床構成種や種子から芽生えた個体加わって（以下、侵入という）、二次遷移が始まるため（長池, 2000b）、幼齢から若齢期はその後の林分構造を決定する重要な時期であると考えられる（長谷川, 1997）。また、植栽木の成長

を促すため、下刈り等の保育作業が行われることで遷移の進行が抑制されるなど、造林地では特有の環境が形成される（長谷川, 1997；1998）。下刈りは植栽後10年近くにわたって林床を撹乱し続ける。下刈りに関する研究は丘陵帯の針葉樹造林地において行われたものが多い（例えば谷本, 1982；佐倉・沼田, 1980）。また、省力化や誤伐など下刈りの負の影響を減らす観点からの研究もあるが、まだ情報収集の段階である（赤井ら, 1987, 横井, 2001, 横井, 2004）。このように造林地では独特の環境下で二次遷移が展開するが、その植生変化を論じた研究は少なく（長池, 2000a；佐倉・沼田, 1980）、特に山地帯では更新初期の群落動態や侵入した広葉樹の消長を詳しく調査した事例はほとんどない（長谷川, 1997；1998）。

造林地には上述のように広葉樹が侵入する。スギ不成績造林地の修復に関しては、広葉樹が生育していれば、下刈り終了後の除伐を中止することによって広葉樹の本数密度や成長が維持され、針広混交林へと誘導できる（豪雪地帯林業技術開発協議会, 2000；長谷川, 1998；横井・山口, 2000）。しかし、スギの本数密度が低下し、広葉樹も少ない造林地では、そのままでは修復が困難なため、周辺自然植生への早期回復を意図して、ブナ等の植栽を行なうことが多くなっている（小野瀬, 1995；松浦・長谷川, 2003）。このような施業でも植栽した広葉樹の成長不良や様々な被害が予想され、不成績造林地と同様な問題を抱えている（林野庁, 2001；

長谷川, 2004)。しかし, 広葉樹人工林の育成技術に関する情報は少ない(林野庁, 2001)。このような背景のなか, 筆者らはスギ不成績造林地の修復を目的としたブナ造林地においてウダイカンバなどが高密度で侵入している状態を認めた。そこで, 下刈り期間の短縮が植栽木と侵入広葉樹を活用した森林の早期育成につながり, それが修復施業の目的に合致するという仮説のもとに, 下刈り期間を変えた試験を行った(長谷川ら, 2007)。そして, 植栽木の成長と被害および侵入木の消長, 下層群落に関して下刈り期間短縮の影響を検討してきた。

植栽木と天然更新(侵入)木を対象とした林分構造の違いについてはすでに報告したため(長谷川ら, 2007), ここでは下層植物群落の構造とその変化を報告する。

## 2. 調査地と方法

調査地は富山市有峰地内東谷源流部で北緯 $36^{\circ} 25' 45''$ , 東経 $137^{\circ} 27' 20''$  (WGS84測地系)にある(図-1)。当地の暖かさの指数は $54^{\circ}\text{C}\cdot\text{月}$ と山地帯上限に近く, 年最大積雪深の平年値は386cmである(石田, 2000)。かつて, 大径のブナ, ミズナラ, コメツガ, ネズコなどが生育していたが, それを皆伐し, 1969年に17.2haにわたって, スギを2,500本/haの密度で植栽した(表-1)。しかし, 豪雪・寒冷のためスギは成林せず, 繁茂するササのなかにわずかに残存したスギと侵入したウワミズザクラ, コシアブラなどが点在する状態となった。その後, ブナ林再生を目的に1991年に面積2.2haで, 刈

表-1 調査地周辺の施業歴

年度 (西暦年)	ブナ人工林 齢(年)	作業	
1969		スギ植栽 (17.2ha)	
1973		下刈り	
1974		下刈り	
1976		下刈り	
↓		↓	
?		(スギ消失・ササ地化)	
↓		↓	
1991		地拵え	
1992		ブナ植栽 (2.2ha)	(放置区)
		(下刈り区)	(放置区)
1993	1	下刈り	下刈り
1994	2	下刈り	下刈り
1995	3	下刈り	下刈り
1996	4	下刈り	
~	~	~	
2000	8	下刈り	
2001	9	下刈り	
2002	10	下刈り	

塗りつぶしは植生調査を行った年

払いによる地拵えを行い, 1992年にブナのコンテナ苗(産地不明)を2,500本/haの密度で植栽した。そして, 毎年1回, 7月にブナを残すかたちの下刈りを10年間継続した。造林地は標高1,300~1,550mの山腹緩斜面上に広がっており, その中の標高1,460mの平坦地に調査区を設定した(図-1)。

1995年(ブナ植栽年を0年としたときの3年時, 以下, この年時で表記する; 表-1)に面積2,048( $64\times 32$ ) $\text{m}^2$ の方形区を設定し, 植栽したブナと大高木性樹木の稚幼樹の樹高を測定し根元位置

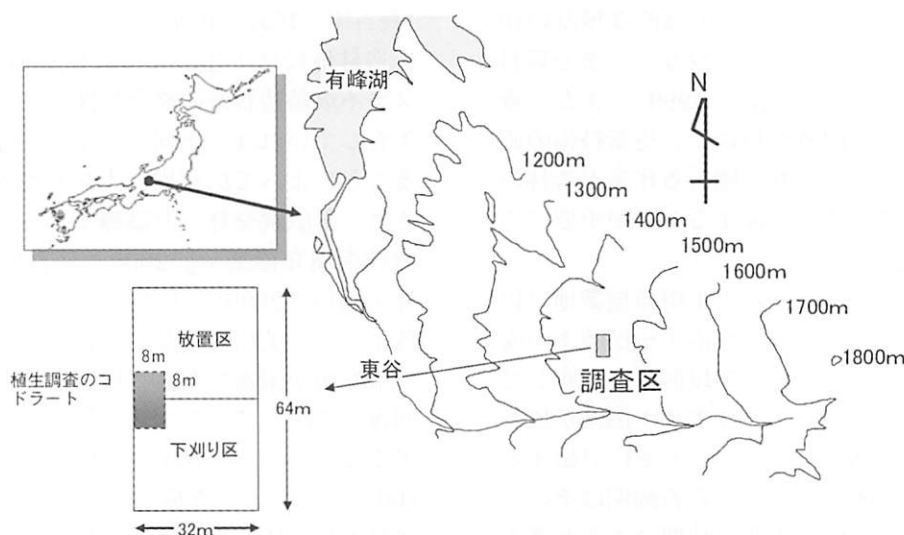


図-1 調査位置図と調査区の配置

表-2 構成種の生活型・ハビタットと植被率の変化

生活型*1	選好ハビタット*2	遷移位置*3	種	放置区・植被率 (%)			下刈り区・植被率 (%)		
				1996	2000	変化*4	1996	2000	変化*4
大高木 (MM)	SFS	5	アズキナシ	0.02	0.02		0.04	0.21	
大高木 (MM)	NOS	5	ウダイカンバ	3.78	10.70	増加	0.01		消失
大高木 (MM)	SFS	5	ウワミズザクラ	1.31	2.33	増加	0.47	2.48	増加
大高木 (MM)	GEN	5	キハダ				0.06		消失
大高木 (MM)	MSS	5	コシアブラ	0.18	0.84				
大高木 (MM)	NOS	5	シラカンバ	0.03		消失		0.11	出現
大高木 (MM)	GEN	5	スギ	0.07	0.17		0.03		消失
大高木 (MM)	NOS	5	ダケカンバ	2.48	5.69	増加	0.27	0.57	
大高木 (MM)	GEN	5	ナナカマド	0.03	0.02		0.01	0.45	
大高木 (MM)	MSS	5	ブナ	1.52	1.89		0.18	2.21	増加
小高木 (M)	MSS	4	オオカメノキ	0.22	0.48	増加		0.04	出現
小高木 (M)	BFG	4	オオバクロモジ	0.02	0.02			0.04	出現
小高木 (M)	GEN	2	タラノキ	1.81	6.54	増加	0.16	1.10	増加
小高木 (M)	PSS	4	ツタウルシ	0.36	0.40		0.10	0.84	増加
小高木 (M)	MSS	4	ハウチワカエデ	0.08	1.88				
小高木 (M)	SFS	4	ヤマウルシ	0.42	0.48		0.36	0.59	
小高木 (M)	INF	2	ヤマネコヤナギ	0.36	0.55				
小高木 (M)	SFS	4	ヤマモミジ	0.20	0.25		0.18	0.71	
低木 (N)	MSS	4	アクシバ	0.13	0.53	増加	0.01		消失
低木 (N)	GEN	4	エゾユズリハ	0.67	0.53	減少		0.04	出現
低木 (N)	MSS	4	クマイザサ	25.64	62.58	増加	4.08	24.41	増加
低木 (N)	GEN	2	クマイチゴ	13.68	1.48	減少	0.26	1.05	増加
低木 (N)	GEN	2	タニウツギ	0.47	0.47				
低木 (N)	INF	4	ニフトコ	0.16	0.11		0.05	0.55	
低木 (N)	GEN	4	ノリウツギ	2.83	4.36		0.61	8.75	増加
低木 (N)	MSS	4	ハイヌツゲ	12.00	9.44		2.41	4.93	増加
低木 (N)	GEN	4	ヒメアオキ	0.20	0.31				
低木 (N)	MSS	4	ヒメモチ	1.06	1.17		1.08	1.45	
低木 (N)	BFG	4	ミヤマシキミ	0.13	0.05				
草本 (H)	GEN	1	アキノキリンソウ	0.16		消失	0.17	0.25	
草本 (G)	NOS	1	イワヒメワラビ	1.28	0.02		0.25	5.27	増加
草本 (G)	GEN	1	ウド	2.98	9.19	増加	0.09	0.64	増加
草本 (Ch)	PSS	3	オシダ	0.11	0.25		0.07	0.36	増加
草本 (Ch)	PLA	3	サカゲイノデ		0.03	出現			
草本 (H)	GEN	1	ススキ	0.63	0.63		0.21	0.41	
草本 (H)	INF	1	セイヨウタンポポ				0.02	0.04	
草本 (G)	PLA	3	タチシオデ	0.05	0.13			0.04	出現
草本 (H)	SFS	3	ツルアリドオン	0.96		消失	0.02		消失
草本 (H)	GEN	1	ツルリンドウ	0.05	0.06			0.05	出現
草本 (H)	INF	1	ハンゴンソウ	0.03		消失			
草本 (H)	GEN	1	ヒメシダ		0.03	出現			
草本 (H)	NOS	3	ヒロバスゲ				0.02	0.04	
草本 (G)	GEN	1	フキ					0.07	出現
草本 (Ch)	PLA	3	ヘビノネゴザ	0.05	0.11		0.07	0.30	
草本 (H)	BFG	3	ホソバナライシダ		0.03	出現			
草本 (G)	INF	3	マイヅルソウ	2.98	0.02		0.99	1.31	
草本 (H)	NOS	3	マンネンスギ				0.09	0.07	
草本 (H)	PLA	3	ミヤマカンスゲ	0.47		消失		0.02	出現
草本 (G)	NOS	3	ミヤマナルコユリ				0.12		消失
草本 (H)	NOS	3	ミヤマワラビ		0.02	出現		0.09	出現
草本 (H)	PSS	3	ヤマイヌワラビ		0.03	出現	0.02	0.13	
草本 (H)	NOS	1	ヤマハハコ	0.99		消失	0.01		消失
草本 (H)	GEN	1	ヨツバヒヨドリ	1.56	0.05	減少	1.23	1.67	
種数				42	41		34	36	

\*1、生活型は次のようなラウンケアの休眠型(宮脇ら, 1978)を示し、本文中では括弧内のように表現

MM, 大型地上植物 (大高木) Ch, 地表植物 (草本)  
M, 小型地上植物 (小高木) G, 地中植物 (草本)  
N, 微小地上植物 (低木) H, 接地植物 (草本)

\*2、選好ハビタットは長池 (2000a) による分類

NOS, 無判定 SFS, 二次林種  
INF, 低頻度種 MSS, 天然更新施業林種  
GEN, ジェネラリスト BFG, ブナ林ジェネラリスト  
PLA, 人工林種 PSS, 原生林種

\*3、遷移位置は渡邊 (1994) などを参考に分類

1, 先駆性草本 4, 林床性木本  
2, 先駆性木本 5, 林冠性木本  
3, 林床性草本

\*4、種の増減は、4年時に生育したが8年時に植被率が有意に (Wilcoxon の符号付き順位検定,  $p < 0.05$ ) 低下し種を「減少」、8年時に生育しなかった種を「消失」、植被率に有意差がなかった ( $p > 0.05$ ) 種を「変化なし」、有意に ( $p < 0.05$ ) 増加した種を「増加」、8年時までには新たに出現した種を「出現」とした。

を測量した。そして、方形区を1/2に区切り、内1区（面積1,024m<sup>2</sup>）で以後の下刈り等の作業を中止した。作業を中止した部分を放置区、続行した部分を下刈り区とした。

伐採跡地の植生変化をみるため、両区内に面積1m<sup>2</sup>の方形区（コドラートとする）64区（8m×8mを分割）を設置し（図-1）、その中の維管束植物について、毎年8月に植被率（10cm×10cmを1%の規準とする目測；%）、各種の高さ（各種の葉の最高位置；cm）を4年時から8年時まで測定した。

### 3. 種の分類と解析方法

植物の和名は、日本の野生植物、草本編Ⅰ、Ⅱ（佐竹ら、1982a；b）、Ⅲ（佐竹ら、1981）、同、木本編Ⅰ、Ⅱ（佐竹ら、1989a、b）、同、シダ（岩槻、1992）と日本タケ科植物総目録（鈴木、1978）によった。

生活型の分類はラウンケアの休眠型区分に従って判定されている日本植生便覧（宮脇ら、1978）を参考にした。本文中では地表植物、地中植物、接地植物をあわせて「草本」、微小地上植物を「低木」、小型地上植物を「小高木」、大型地上植物を「大高木」と表現した。選好ハビタットは新潟県で行われた詳細な探索結果（長池、2000a）を適用した。ただし、これになかったウダイカンバ、ダケカンバなど9種は無判定とした（表-2）。遷移位置は構成種が出現する遷移のステージについて、樹木社会学（渡邊、1994）を参考に発生場所・耐陰性・寿命などから独自に分類した。「先駆性」はこれまでよく使用されている「非耐陰性」、「遷移初期」、「攪乱耐性」（長池、2000a）とほぼ同義であり、「林床性」は「耐陰性」、「遷移後期」とほぼ同義である。「林冠性」は数百年の寿命を持つ大高木の林冠構成種とし、耐陰性については不問とした。

放置区では面積1m<sup>2</sup>のコドラート64区（8m×8mを分割）を使用して、下刈り区では下刈り作業の過程で刈り残された部分を除いて56区（7m×8mを分割）を使用して解析した。各区における植生調査で得られた各構成種の植被率の平均値（ $C_i$ , %）および各種の高さの平均値（ $H_i$ , cm）の算出には次式を使用した。

$$C = \sum_{i=1}^N C_i / N$$

$$H = \sum_{i=1}^N H_i / F$$

ただし、 $C_i$ は*i*番目のコドラートにおける各種の植被率、 $H_i$ は各種の高さ、 $N$ は全コドラート数、 $F$ はその種が出現したコドラート数（出現頻度）である。以下、単に植被率、高さとして記した場合はこの値を示している。

優占種の決定には多指標分析法（大沢、1971）を用いた。これは次式で最小の分散 $\sigma^2$ を示した種数の理論値を求め、相対優占度の上位から、その種数だけの種を優占種とするものである。

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^x (x_i - x)^2 / N_s$$

ただし、 $x_i$ は上位から*i*番目の構成種の相対優占度（ここでは全構成種の植被率の積算値を100としたときの各種の植被率の相対値；%）、 $x$ は群落の種数によって決まる理論値（%、1種ならば100、2種ならば50、3種ならば33.3…とする。ただし、それより下位の種数は0とする）、 $N_s$ は総種数である。

### 4. 調査結果

両区の4年時と8年時に出現した種の植被率とその増減及び生活型・選好ハビタット・遷移位置を表-2に示した。種の増減は、植被率が4年時から8年時まで有意に低下した種を「減少」（Wilcoxonの符号付き順位検定、 $p < 0.05$ ）、8年時に生育しなかった種を「消失」、植被率に有意差がなかった種を「変化なし」（同、 $p > 0.05$ ）、有意に増加した種を「増加」（同、 $p < 0.05$ ）、8年時まで新たに出現した種を「出現」とした。

種数は放置区では4年時に42種であったが、8年時には41種となった。放置区で増加した種はウダイカンバ・ダケカンバ・ウワミズザクラなどの林冠木やアクシバ・オオカメノキ・クマイザサといった林床性木本であった。出現した種はヒメシダ・ミヤマワラビ・ホソバナライシダなどのシダ類であった。減少したり、消失したりした種はヨツバヒヨドリ・クマイチゴ・ヤマハハコ・アキノキリンソウ・ハンゴンソウ・ツルアリドオシなどの先駆性または林床性草本であった。下刈り区では4年時に34種であったが、8年時には36種と増加した。下刈り区で増加したり、出現したりした種はウド・イワヒメワラビ・クマイチゴ・タラノキ・シラカンバ・タチ

シオデ・オンダ・クマイザサ・ノリウツギ・ハイヌツゲ・ツタウルシ・ウワミズザクラ・ブナであり、先駆性植物から林冠性木本まで多様であった。減少した種はなく、消失した種はヤマハハコ・ツルアリドオシ・ミヤマナルコユリ・アクシバ・ウダイカンバ・スギ・キハダであった(表-2)。

放置区の4年時にはクマイザサ(植被率25.6%・高さ51.9cm, 以下同様)・クマイチゴ(13.7%・67.4cm)・ハイヌツゲ(12.0%・28.0cm)・ウダイカンバ(3.8%・88.4cm)が優占種と判定された(大沢, 1971; 図-2)。その後、クマイザサが大きく増加し、8年時には植被率62.6%, 高さ171.3cmとなり、他にウダイカンバ(10.7%・293.8cm)・ハイヌツゲ(9.4%・49.3cm)・ウド(9.2%・157.9cm)が優占種となった。クマイチゴ(1.5%・120cm)は8年時まで大きく植被率を減少させた(表-2, 図-2)。植被率の積算値は4年時には82.1%で

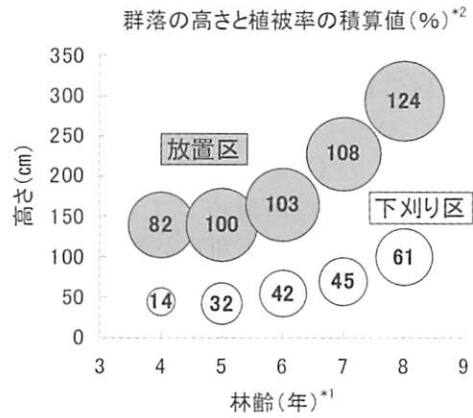


図-3 下層群落構造の高さと植被率の積算値の変化

- \*1) 林齢はブナ植栽年を0年とする
- \*2) マークの大きさとマーク内の数字は植被率の積算値 (%) を示す

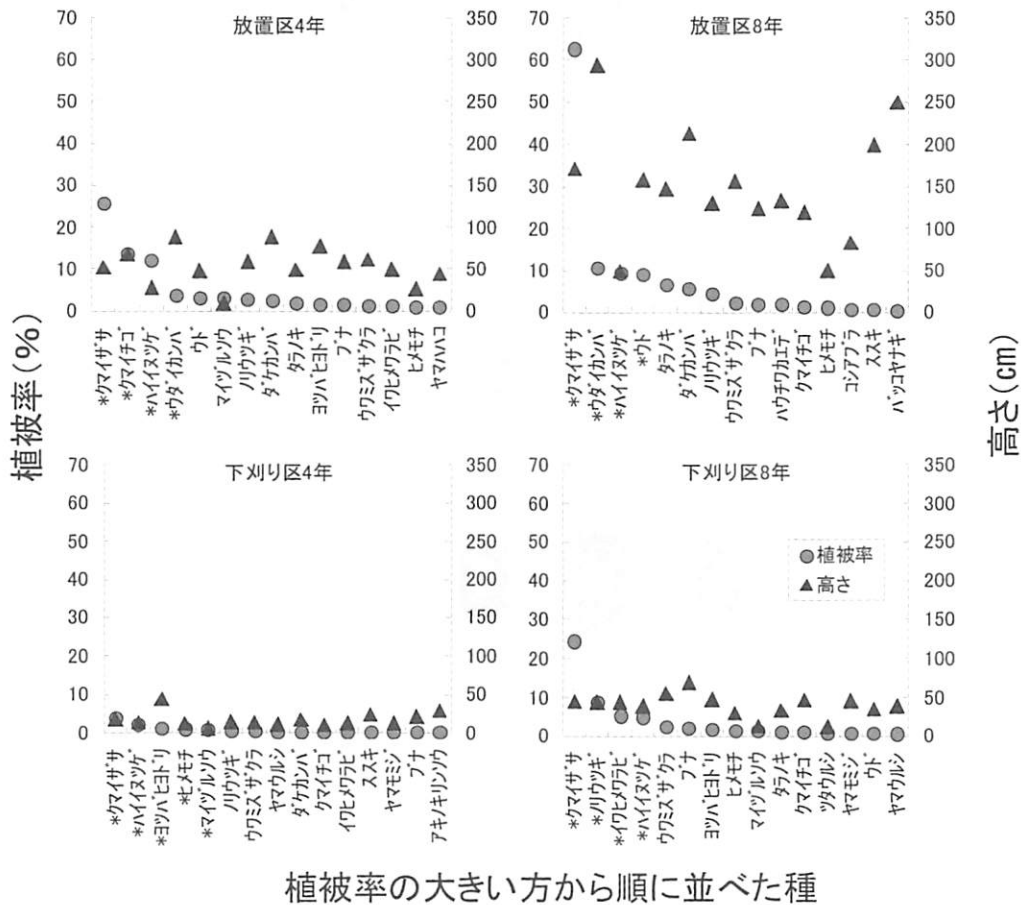


図-2 各区における植被率上位15種の植被率と高さ

注) 種名に「\*」を付した種は相対植被率を用いた多指標分析法(大沢, 1971)による優占種

あったが、5年時には100%を越え、8年時には123.9%となり、その値は下刈り区の9年時の約2倍となった(図-3)。放置区では景観的にも林地を完全に被覆した状態を呈していた。

下刈り区の4年時には、クマイザサ(4.1%・18.3cm)・ハイイヌツゲ(2.4%・13.8cm)・ヨツバヒヨドリ(1.2%・45cm)・ヒメモチ(1.1%・12.2cm)が優占していた(大沢, 1971; 図-2)。その後も下刈りが継続されたが、8年時までにはクマイザサ(24.4%・45.0cm)・ノリウツギ(8.8%・43.8cm)・ハ

イヌツゲ(4.9%・38.9cm)・イワヒメワラビ(5.3%・43.8cm)の植被率が徐々に増加し優占種となった。しかし、高さは、刈り残されたダケカンバ(0.57%・100cm)を除き、約40cmで抑制されていた(図-2)。植被率の積算値は、13.8%から61.3%へと徐々に増加したが、全面が植物に被われている状態ではなかった(図-3)。

8年時の放置区ではウダイカンバ(高木層)ークマイザサ・ウド(低木層)ーハイイヌツゲ(草本層)といった階層構造が形成されつつあった(図-2)。他にダケカンバ、バッコヤ

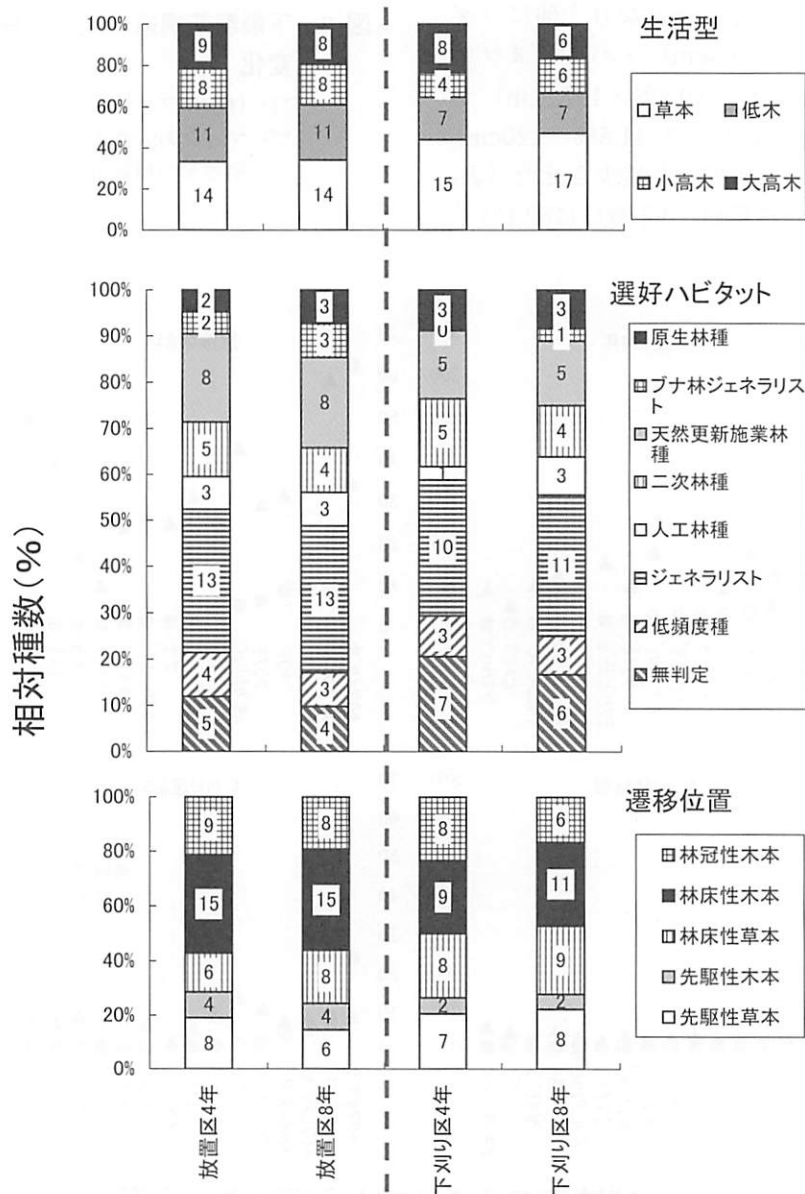


図-4 調査区の生活型・選好ハビタット・遷移位置の構成比率とその変化

上：生活型・中：生育場所・下：遷移位置、分類の詳細は表-2を参照のこと  
 図中の値は種数を示す

ナギが高木層、ブナは低木層に位置していた。下刈り区ではブナの下に上記の優占種などが拮抗して生育しており、階層構造を呈する状態ではなかった(図-2, 長谷川ら, 2007)。

両区の4年時と8年時における生活型・選好ハビタット・遷移位置の構成を図-4に示した。

大高木：小高木：低木：草本の比は両区ともほぼ2：2：3：3であった。8年時までには放置区では大高木が1種減少したのみでほとんど変化がなかったが、下刈り区では大高木が2種減少する一方で、草本や小高木がそれぞれ2種増加した。

選好ハビタットをみると、無判定が両区で4~7種あった。放置区ではジェネラリストが約30%、天然更新施業林種が約20%と相対的に高い傾向があり、8年時でも大きな変化は認められなかった。下刈り区の4年時にはブナ林ジェネラリストが無く、天然更新施業林種が5種と少ない傾向があったが、他は放置区と大きな違いが認められなかった。8年時には人工林種やジェネラリストが増加していた。

先駆性草本：先駆性木本：林床性草本：林床性木本：林冠性木本の比は、両区とも4年時には、ほぼ2：1：2：3：2であった。8年時には放置区では林床性草本が2種増加し、先駆性の草本・木本が合わせて3種が減少した。下刈り区では林冠性木本以外の各1種の増加が認められた(図-4)。これら3種のタイプについて構成比を検定した結果、各処理間、年時間全てにおいて同等であった( $\chi^2$ 検定およびFisherの直接法,  $p > 0.05$ )。

## 5. 考察

この人工林にはノリウツギ・ハイイヌツゲ・オオカメノキ・アクシバなどが株立ち状態で生育していたことから、これらの林床性植物(表-2)はブナの植栽以前から生育していたと推察される。地拵え・植栽・下刈りなどの作業で発芽床(セーフサイト, Harper, 1977)が形成されたため(長谷川, 1997)、埋土種子や風散布種子起源の芽生えが作業直後に多数発生したと考えられる(長谷川・平, 2000; 大住, 1998)。それらはウダイカンバ・ダケカンバ・ウワミズザクラ・タラノキ・クマイチゴなど埋土種子をもつ種やアキノキリンソウ・ウド・ススキ・フキ・ヨツバヒヨドリ・ヤマハハコなどの微小な種子を持つ先駆性草本などである

(表-2)。

皆伐などの攪乱後、上記の林床性植物と侵入した先駆性植物が混生して二次遷移が進行する(長池, 2000b)。調査開始時(4年時)は下刈り期間中または中止直後であり、下層群落表面は十分に明るいため、まだ上記の植物が混生した状態である(図-2, -3)。多くの造林地では下刈りが行われても萌芽や分枝などによって再生するため(長谷川, 1998; 渡邊, 1994)、侵入した広葉樹は消失しない(長谷川, 1998)。しかし、長期間継続したり、地際で刈り取ったりする強度の下刈りを行うと、ウダイカンバなどの萌芽力の弱い樹種はもとより、ウワミズザクラなどの萌芽力のある樹種でも枯死や成長の遅滞などの障害がある(長谷川, 1998; 長谷川ら, 2007)。当地で大高木性広葉樹の稚樹を追跡調査した結果、放置区より下刈り区で生存率が低く、特にウダイカンバやダケカンバはほとんど消失した(長谷川ら, 2007)。下刈り区で林冠性木本の種数が減少したのはこのためである(図-4)。

放置区では植被率の積算値は100%に迫ってきたが(図-3)、高さはまだ増加し続けており、ウダイカンバークマイザサ・ウドーハイイヌツゲといった階層構造が形成されつつあった(図-2)。一方、下刈り区では刈取りのため、8年時でも高さは30~40cmで止まり、植被率の積算値も61%に過ぎなかった(図-3)。そのため、下刈り区では先駆性植物が8年時でも生存しており、遷移の進行は抑制された状態にあるとみなされる。一方、放置区では8年時にはアキノキリンソウ・ハンゴンソウ・ヤマハハコ・クマイチゴなどの先駆性植物が消失または減少し(表-2)、シダ類などの林床性植物や林冠性木本が増加していることから(表-2, 図-4)、遷移の進行がうかがえる。本調査地と同様にウダイカンバが侵入した富山市長棟のスギ人工林では8年時から13年時までの間にこれらの先駆性植物は消失していた(長谷川, 2005)。林冠疎開は先駆種を増加させるが時間の経過とともに林冠は閉鎖するので先駆性植物は減少し、耐陰性のある林床性植物が増加することが認められている(Moore and Allen, 1999)。本調査や長棟の事例からみると、山地帯の造林地ではこの移行期間は8~13年であることが示された。ここでは耐陰性などによって各種の遷移位置の分類を試みたが、構成種がどの遷移位置にあり、

それらがどのような割合であるのかを示すことは、遷移初期の急激な組成の変化や攪乱の指標として有益だと考えられる。しかし、まだ情報不足は否めない。それぞれの垂直分布帯などの環境下で各種の遷移位置の把握が必要である。

長池 (2000a) は、新潟県のブナ原生林やスギ人工林などから得られた膨大な調査資料から、種の選好する生育地 (選好ハビタット) を抽出し、それぞれのハビタットのタイプ別組成を示した。そのなかで天然更新施業地の組成はブナ原生林と類似しており、天然更新に関わる作業は種組成に大きな変動を引き起こすほどの変化ではなかったとしている。本調査地は、原生林伐採後、スギ・ブナという2度の人工林施業が行われたが、当地のタイプ別組成は (図4)、新潟県の天然更新施業地とよく類似している。この原因として、当地はスギにとって環境が厳しいため、スギが成林できなかったこと、地拵えや下刈り作業では構成種の生存は大きく損なわれないことがあげられる。富山市長棟のウダイカンバ・ブナ・スギ混交林伐採跡地において、除草剤を使用した天然更新施業地とスギ造林地を比較すると、前者では草本種が皆無であったが、後者には林床性植物と先駆性植物が共存したことも (長谷川, 2005)、ここでの種の維持を支持している。

以上のことから、この造林地ではブナ天然林の種に先駆性植物が加わって二次遷移が始まったこと、下刈り区では閉鎖が遅れ、8年時でも種の変動がある一方、放置区では植栽木に侵入木が加わって階層構造を形成しつつあること、そのため先駆性植物が減少して下層には林床性植物が生育していることが明らかになった。したがって、このような修復施業では、下刈り期間を短縮することで、より早く周辺の自然植生に近い森林を育成できると考えられる。

#### 謝辞

富山県林務関係職員ならびに同森林研究所の各位には現地調査にご協力いただくとともに貴重なご意見を賜った。ここに記して深く感謝の意を表す。

#### 引用文献

赤井龍男・吉村健次郎・青木隆 (1987) 下刈りを省いた若い造林木の生長について—多雪地帯の広葉樹繁茂地におけるスギの生長—。日

林論98:285-286.

藤森隆郎 (1997) 生物多様性の保全と森林管理の視点。林業技術667:8-12.

豪雪地帯林業技術開発協議会 (2000) 雪国の森林づくり, 189pp, 林業調査会

Harper, J. L. (1977) Population biology of Plant. 892pp, Academic press, London

長谷川幹夫 (1997) 造林地での地拵え, 植栽が形成する発芽床の特性。中森研45:115-118

長谷川幹夫 (1998) 多雪地のスギ造林地に侵入したウダイカンバの消長に及ぼす下刈り・除伐の影響, 日本林学会誌, 80:223-228

長谷川幹夫 (2004) 富山県の天然林とその管理-実践編-, 富山県林業技術センター研究報告, 17号別冊, 122pp

長谷川幹夫 (2005) 多雪地の皆伐跡地における更新作業の違いが森林の種組成と更新木の密度に及ぼす影響。森林立地47 (1):9-20

長谷川幹夫・平英彰 (2000) 多雪地帯のスギ造林地に侵入した広葉樹の種組成構造の特徴。日林誌82:28-33

長谷川幹夫・平英彰・吉田俊也 (2007) 積雪寒冷地のブナ人工林における下刈り期間の違いが林分構造に及ぼす影響。日林誌89:14-20

林一六 (2003) 植物生態学—基礎と応用—, 227pp, 古今書院, 東京

石田仁 (1992) 県下林班の緯度・経度・標高・主要気候値。富山県林業技術センター・林業試験場, 富山県

紙谷智彦 (1999) 生物多様性を意識した落葉広葉樹二次林の施業。75pp, 平成9・10年度科学研究費補助金 (基盤研究C2) 研究成果報告書。

松浦崇遠・長谷川幹夫 (2003) 多雪地かつ急傾斜地に混交植栽した広葉樹の生存率と初期成長から示された樹種特性。日林学術講演集144:677

宮脇昭・奥田重俊・望月陸夫編 (1978) 日本植生便覧。910pp, 至文堂, 東京

Moore, S. E. and Allen, E. L. (1999) Plantation forestry. In Maintaining biodiversity in forest ecosystems. Hunter, M. L. Jr. (ed.), 698pp, Cambridge University Press, Cambridge, 400-433

長池卓男 (1999) 生物多様性の保全を目指した森林管理に関する研究動向—これまでとこれ



- から一. 林業技術690:15-19.
- 長池卓男 (2000a) ブナ林域における森林景観の構造と植物種多様性に及ぼす人為攪乱の影響. 山梨県森林総研研報21:29-85.
- 長池卓男 (2000b) 人工林生態系における植物種多様性. 日林誌82:407-416
- 中静透・飯田滋生 (1996) 雑木林の種多様性. 亀山章編, 雑木林の植生管理—その生態と共生の技術—, 303pp, ソフトサイエンス社, 東京, 17-24
- 小野瀬浩司 (1995) スギ不成績造林地の拡大防止と改良施業 (Ⅱ) —スギ不成績造林地の改良のための基礎試験. 山形県林試研報25:51-56
- 大沢雅彦 (1971) 富士山における垂直分布帯の形成過程. 富士山総合学術調査報告書, 1058pp, 富士急行 (株), 東京, 371-421
- 大住克博 (1998) 広葉樹二次林の初期保育. 森林総研所報116:6-7
- 佐倉詔夫・沼田真 (1980) スギ幼齢造林地の群落とその遷移 (Ⅰ) 伐採後5年間の下刈区と放置区の経過. 日林誌62:371-380
- 佐竹義輔・原寛・亘理俊次・富成忠夫編著 (1989a) 日本の野生植物木本Ⅰ. 321pp, 平凡社, 東京
- 佐竹義輔・原寛・亘理俊次・富成忠夫編著 (1989b) 日本の野生植物木本Ⅱ. 305pp, 平凡社, 東京
- 佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亘理俊次・富成忠夫編著 (1981) 日本の野生植物草本Ⅲ 単子葉類. 259pp, 平凡社, 東京
- 佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亘理俊次・富成忠夫編著 (1982a) 日本の野生植物草本Ⅰ 合弁花. 305pp, 平凡社, 東京
- 佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亘理俊次・富成忠夫編著 (1982b) 日本の野生植物草本Ⅰ 離弁花. 318pp, 平凡社, 東京
- 鈴木貞雄 (1978) 日本タケ科植物総目録. 384pp, 学習研究社, 東京
- 林野庁 (2001) 新技術地域実用化研究成果・冷温帯地域における広葉樹林施業技術の確立. 209pp, 林野庁, 東京
- 平英彰・石田仁 (1990) 富山県の積雪地帯区分. 雪と造林8:1-5
- 谷本丈夫 (1982) 造林地における下刈り, 除伐, つる切りに関する基礎的研究 (Ⅰ) スギ幼齢造林地におけるスギと雑草木の生長. 林試研報320:53-121
- 渡邊定元 (1994) 樹木社会学. 450pp, 東京大学出版会, 東京
- 横井秀一 (2001) ケヤキ造林地における下刈りの省略が林分構造に及ぼす影響. 岐阜県森林科学研研報30:1-8
- 横井秀一・井川原弘一・渡邊仁志 (2004) クリ造林地における下刈りの省略が成林に及ぼす影響. 中森研52:13-16
- Yoshida, T. and Kamitani, T. (1999) Growth of a shade-intolerant tree species, *Phellodendron amurense*, as a component of a mixed-species coppice forest of central Japan. *Forest Ecological Management* 113: d57-65

### Summary

I examined effects of weeding frequency (initial 10-years, vs. only initial 3-years) on structure and dynamics of understories of a young (4 to 8 year-old) beech plantation which was provided for improving unsuccessful Japanese cedar plantations in heavy snowfall regions. The stand was not covered even at the eighth year in the frequently weeded site, and pioneer plants continued living. The stand closed and formed the stratified canopy structure in the infrequent site, although pioneer plants disappeared or decreased, forest floor plants and crown trees increased in number. It was shown that reducing the weeding frequency restored natural stand characteristics in the conversion management