

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

長谷川 幹夫

Influence of the difference in tending treatments on the stand structure of a *Cryptomeria japonica* plantation colonized by *Phellodendron amurense* and *Cornus controversa*

Mikio HASEGAWA

キハダ・ミズキが多数発生したスギ人工林において、保育作業（8年間の下刈りと雪起こし）を行った部分と途中で作業をいっさい中止した部分を設定し、そのような処理の違いが両種の消長や14年生時における林分構造に対してどのような影響を及ぼすかを検討した。キハダの生存率はいずれの部分でも低かった。キハダは萌芽力が弱いため、強度の下刈りによって減少し、初期成長速度が比較的遅く、耐陰性も低いため、保育を中止しても、その生存率を高めることはできなかった。しかし、14年生時まで生存した個体の中では上層に達するものもあった。ミズキ実生の生存率はキハダより高く、さらに下刈りを中止すると萌芽幹の生存率が高まり、本数でキハダより優位となった。下刈りを中止することで、萌芽力のない樹種や萌芽幹など、より多くの樹種を混交させることができた。スギ良材の収穫が困難なこの林分では、広葉樹を混交させることによって、質（種組成、生活型）、量（本数密度、幹材積）両面からみて、より機能の高い森林に育成できると考えられた。

1. はじめに

多雪地のスギ人工林では雪圧害などのため、スギが成林しない、いわゆる不成績造林地（豪雪地帯林業技術開発協議会、2000）が随所で出現する。そのような林分でも、広葉樹が混交することで蓄積や機能が補償されることが多い（豪雪地帯林業技術開発協議会、2000）。人工林ではスギを育成するため、下刈りなどの保育作業が行われる。人工林に発生した広葉樹は、下刈りで繰り返し刈り取られ、さらに他種との競合にさらされる。そこで幼齡人工林における各種の消長は、その刈取りに対する耐性（萌芽力）と初期成長速度および耐陰性によって決まると思われる。しかし、侵入広葉樹の生育特性と保育作業とを関連づけた研究は、長谷川（1991；1998）、横井・山口（2000）などわずかである。また、混交する樹種として、山地帯の森林で優占種となるウダイカンバ、ブナ、ミズナラなどについての事例は比

較的多く報告されているが（例えば横井・山口1998；長谷川2000；豪雪地帯林業技術開発協議会、2000など）、天然林で単木的に混交するキハダ、ミズキなどの人工林における消長についての研究は、ほとんどない。

豪雪地帯では、スギ造林適地の再検討と侵入広葉樹を利用した混交林への誘導技術が検討されてきた（豪雪地帯林業技術開発協議会、2000）。このため、このような地域ではスギの新たな植栽は今後減少すると思われるが、たとえ拡大造林が減少しても、多雪地における森林の持続的な管理のためには、更新は不可欠である。立地条件や構成種を含めて更新法は多様であり、それぞれの作業について、更新の成果、それによって成立する林分構造に対する影響を検証しておくことは意義が大きい。

以上のことから、この研究では、キハダ・ミズキが多数発生したスギ人工林において、14年生までの

林分構造の変化を通常の作業を行った部分と途中で中止した部分を比較して、作業が両種の消長に対してどのような影響を及ぼしたか、その結果、林分構造がどのように変化したかを検討する。

2. 調査地と調査方法

調査は、富山市八尾町小谷地内の標高720m、傾斜度30°の東向き凹型斜面にあるスギ人工林で行った(図-1)。当地の暖かさの指数は78℃・月、最大積雪深は230cmである(石田, 1992)。ここでは1987年にブナ、ミズナラなどの混交する二次林を伐採したあと、1.98haで地拵えを行った。その時点で一部のキハダは切り残された。そして1988年秋にスギを密度2500本/haで植栽した。その後1996年まで下刈りを、1992年から1999年まで雪起こしを行った(表-1)。筆者は、1990年春に刈り残されたキハダ(胸高直径23.7cm、樹高14.1m、樹冠半径3.5m; 以後「キハダ母樹」とする)の周囲に多数のキハダ、ミズキの稚樹を認めたため、その年の夏から後述するような調査区を設定して調査を開始した。

ここでは繁殖様式によって皆伐後に種子から芽生えた個体を実生、切り株から発生した幹を萌芽幹として区別し、両者をあわせて表現する場合を稚樹と

いうことにする。植物の和名は、日本の野生植物、木本編I, II(佐竹ら, 1989a, b)による。また、構成種の生活型は、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)を参考にして決定し、ここでは微小地上植物Nを低木、小型地上植物Mを小高木、大型地上植物MMを大高木と表現する。

1990年5月にキハダ母樹を中央にすえて南北方向に28m、東西方向に32mの方形の調査区を設置し(図-1)、その中の大高木全ての実生、根元直径5cm以上の切り株、植栽スギの根元位置図を作成し、樹高(樹幹長を示す、切り株から多数発生している萌芽幹では最長のもの1本)を測定した。ただし、調査区の下端は伐採時に敷設された幅2mほどの作業道に接していた(図-2)。キハダ母樹は1992年に風によって幹が折れ、枯死したが、稚樹やスギには直接的な被害を与えなかった。

調査区のなかで幅10m、長さ30mの試験区をキハダ母樹の両側に並べて2区設置し、1990年以降、それぞれ、通常の作業を継続する部分(下刈り区とする)、作業を一切中止する部分(放置区とする)とした(表-1, 図-1)。この両試験区では2002年9月に、樹高2m以上の全ての木本の幹の胸高直径

表-1 調査地の作業と調査の履歴

林 齢	西暦 年	作業		調査
		下刈り区	放置区	
	1987	皆伐・地拵え		
	1988	スギ・2500本/ha 秋植栽(1.98ha)		
1	1989	1回刈り		
2	1990	2回刈り		毎木調査
3	1991	2回刈り		
4	1992	1回刈り	雪起こし	
5	1993	1回刈り	雪起こし	
6	1994	1回刈り	雪起こし	
7	1995	1回刈り	雪起こし	
8	1996	1回刈り	雪起こし	
9	1997		雪起こし	
10	1998		雪起こし	
11	1999		雪起こし	
12	2000			
13	2001			
14	2002			毎木調査

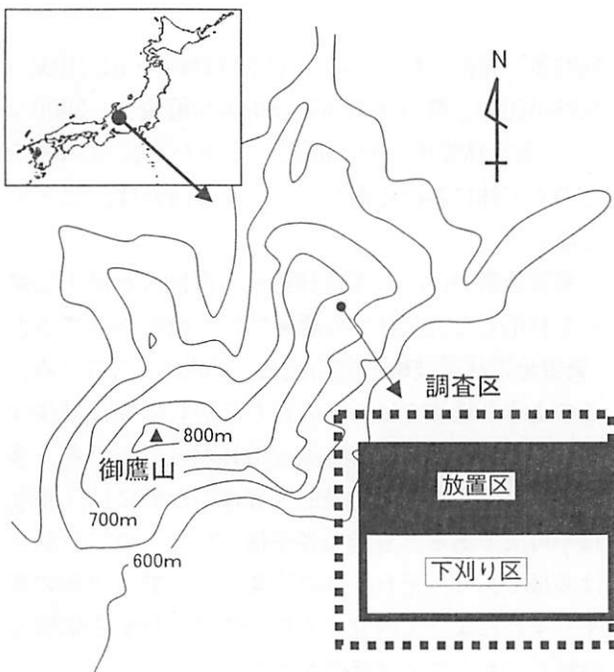


図-1 調査地と調査区の配置

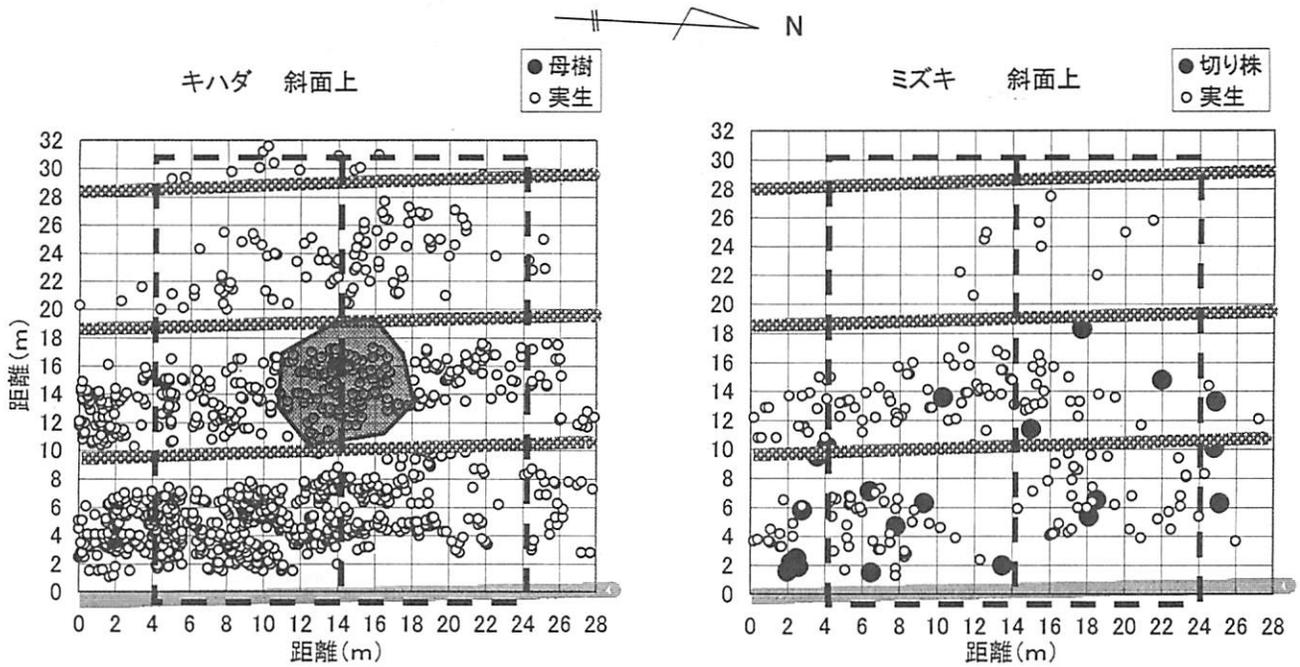


図-2 2年生スギ人工林に生育するキハダとミズキの分布位置図

:作業道
 :まきおとし
 :試験区(左, 下刈り区;右, 放置区)
 :母樹の樹冠

と樹高を測定した。この時、さらにスギについては1.3m高の根元曲がり水平長の測定を加えた。

また、1990年9月に下刈り区の外側で2m×30mの带状区内の稚樹を全て掘取って持ち帰り、根元の年輪数と芽鱗痕から稚樹の発生年を推定した。幹材積の算出にはスギでは富山県林業試験場(1985)の、広葉樹では横井(1998)の式を使用した。

この地域の伐採前の大まかな林分構造と林齢を知るために、1995年5月に人工林調査区から約200m離れた保残帯で面積148m²の調査区を設定して胸高直径5cm以上の生立木について胸高直径を測定した。この林分は標高680mの南東向きの凸型急斜面(傾斜度42°)に位置していた。以後、保残帯の調査区を残存林分、人工林の調査区の皆伐前に成立していた林分を前生林分ということにする。

3. 調査結果

3.1 前生林分の林分構造

残存林分では、平均胸高直径10cmから18cmのミズナラ、コナラなど10種が混交していた(表-2)。

全体の本数密度は3,649本/ha、胸高断面積合計は58.96m²/haであった。そのうちミズナラが前者で30%、後者で44%、コナラが順に17%、28%、クマシデが11%、7%、アズキナシが15%、5%を占めていた。この中にはキハダ、ミズキは混交していなかった。

前生林分(28m×32m)において、1990年(2年生)時点で生存(萌芽幹の発生)していた切り株とキハダ母樹は、あわせて11種、837本/haであった(表-3)。そのなかで、キハダについては、母樹と思われる生立木が1本あるのみであったが、ミズキでは234本/ha(相対密度で28.0%)であった。他にウリハダカエデ(本数密度167本/ha;相対密度20.0%)、ミズナラ(112本/ha;13.3%)、ウワミズザクラ(100本/ha;12.0%)など9種の切り株が認められた。

3.2 キハダ・ミズキの分布と消長

1990年(2年生)の全調査区に認められた大高木実生の本数密度を表-4に示す。実生は全種総計で14,833本/haが生育していた。そのうちキハダが82

% (12,221本/ha) を、ミズキが15% (2,288本/ha) を占めていた。他にはミズメ、ウリハダカエデ、ヤマグワ、ウダイカンバなど10種の実生があったが、それぞれ78本/ha以下と少なかった。

キハダの実生は、そだの巻き落としの部分避けるようにキハダ母樹の周囲に高密度で生育していた(図-2)。母樹の位置からみて斜面上部より下部で密度が高い傾向にあった。実生は調査区内に集中分布しており、この範囲を超えるとほとんど認められなかった。ミズキの実生は2,288本/haとキハダに次いで多く、切り株と実生が同所的に分布していた(図-2)。

年輪と芽鱗痕から実生の発生年を推定したところ、キハダでは84%、ミズキでは62%が、スギの植栽年である1988年に発生していた(図-3)。キハダ実生の2年生時に対する14年生時(樹高2m以上)の生存率は放置区で4.2%、下刈り区で4.3%と、両区で差はなかった(表-5; χ^2 検定, $p > 0.05$)。ミ

ズキの実生の生存率は順に27.9%、12.7%と放置区で高かった(表-5; χ^2 検定, $p < 0.05$)。14年生時には、ミズキの切り株は、放置区では167本/ha全てが生きていたが、下刈り区では233本/ha中100本/haが枯死していた(表-5)。14年生時における本数密度と平均樹高をみると(表-5)、放置区では、キハダ実生は順に433本/ha、243.5cm、ミズキ実生は633本/ha、242.2cm、ミズキ萌芽幹は600本/ha、263.8cmであった。下刈り区では、キハダ実生は順に767本/ha、226.3cm、ミズキ実生は433本/ha、215.7cm、ミズキ萌芽幹は167本/ha、219.8cmであった。14年生時におけるキハダ実生およびミズキの実生と萌芽幹の樹高の平均値を比較すると(表-5)、放置区ではキハダ、ミズキ両種の実生よりミズキの萌芽幹が高かった(クラスカル・ウォリス検定, $p < 0.05$)。下刈り区では、両種の実生の樹高、萌芽幹の樹高の間に差がなかった(同, $p > 0.05$)。両種とも、放置区の方が下刈り区より樹高

表-2 残存林分の構造

樹種	胸高直径		本数密度 (本/ha)	胸高断面積合計 (m ² /ha)
	平均値±標準偏差 (cm)			
ミズナラ	16.4 ± 5.8		1081	25.82
コナラ	18.1 ± 4.0		608	16.37
クマシテ	10.9 ± 3.1		405	4.04
アズキナン	8.2 ± 1.8		541	3.02
アカイタヤ	10.3 ± 1.9		338	2.92
ブナ	10.2 ± 4.2		270	2.56
コハウチワカエデ	9.5 ± 0.7		203	1.45
シナノキ	16.4		68	1.43
ウリハダカエデ	14.4		68	1.10
ナツツバキ	6.8		68	0.25
総計			3649	58.96

表-3 2年生時点におけるキハダ母樹と萌芽幹の発生していた切り株の本数と萌芽幹の樹高

樹種	繁殖様式	本数密度	相対密度	樹高(cm)	
		(本/ha)	(%)	平均	±標準偏差
キハダ	生立木	11	1.3		
ミズキ	切り株	234	28.0	48.7	± 14.4
ウリハダカエデ	切り株	167	20.0	34.1	± 12.9
ミズナラ	切り株	112	13.3	41.7	± 20.7
ウミスズガラ	切り株	100	12.0	50.8	± 12.1
シナノキ	切り株	67	8.0	50.7	± 25.4
アカイタヤ	切り株	56	6.7	56.0	± 19.8
クマシテ	切り株	33	4.0	65.0	± 24.8
ナツツバキ	切り株	33	4.0	49.3	± 13.8
アオダモ	切り株	11	1.3	24.0	
ケヤキ	切り株	11	1.3	120.0	
総計		837	100		

表-4 2年生時におけるスギと大高木実生の本数と樹高

樹種	本数密度 (本/ha)	相対密度*1 (%)	樹高(cm)	
			平均	±標準偏差
スギ	1,529		58.1	± 13.9
キハダ	12,221	82.4	22.0	± 6.8
ミズキ	2,288	15.4	22.6	± 6.4
クマシテ	78	0.5	21.7	± 8.8
ミズメ	56	0.4	25.4	± 10.2
ウリハダカエデ	56	0.4	20.0	± 4.9
ヤマグワ	45	0.3	17.5	± 2.5
ウダイカンバ	22	0.2	22.5	± 7.5
シラカンバ	22	0.2	18.5	± 8.5
アカシテ	11	0.1	17.0	
ケリ	11	0.1	40.0	
ナツツバキ	11	0.1	8.0	
ホオノキ	11	0.1	14.0	
実生小計	14,833	100		
総計	16,362			

*1: 実生小計に対する値

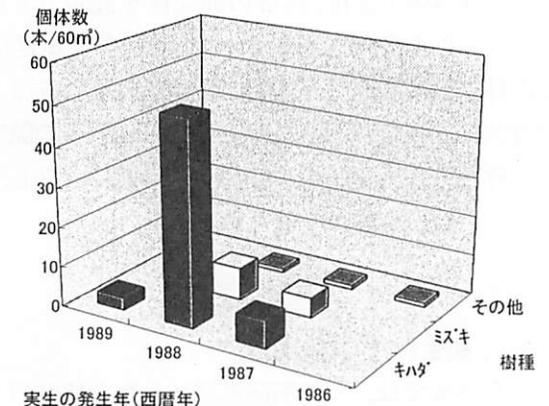


図-3 稚樹の発生年の頻度分布

表-5 キハダとミズキの本数密度の変化と平均樹高

試験区	樹種 *1	本数密度の変化			14年生時	
		2年生時 (a;本/ha)	14年生 (b;本/ha)	生存率 (b/a;%)	平均樹高 (cm)	検定 結果 *2
放置区	キハダ実生	10433	433	4.2	243.5	a
	ミズキ実生	2267	633	27.9	242.2	a
	ミズキ切り株	167	167	100.0		
	ミズキ萌芽幹		600		263.8	b
下刈り区	キハダ実生	17867	767	4.3	226.3	c
	ミズキ実生	3400	433	12.7	215.7	c
	ミズキ切り株	233	133	57.1		
	ミズキ萌芽幹		167		219.8	c

*1:切り株は、萌芽幹の発生していた株を、萌芽幹は、株から発生している樹高2m以上の全ての幹を対象としている。
 *2:多重比較の結果、記号が異なる場合は有意差あり(クラスカル・ウォリス検定, $p < 0.05$)

が高かった(同, $p < 0.05$)。

14年生時での生活型や繁殖様式ごとの総本数密度に対するキハダ、ミズキの実生の相対密度をみると(図-4)、放置区では、大高木実生に対しては順に35.1%、51.3%、全大高木(大高木の実生+その萌芽幹)に対しては9.8%、14.4%、全木本(大高木+小高木+低木)に対して1.9%、2.8%であり、下刈り区では、大高木の実生に対して順に62.2%、35.1%、全大高木に対して34.9%、19.7%、全木本に対して5.3%、3.0%であった。ミズキ実生+萌芽幹についてみると、全大高木に対しては、放置区では28.0%、下刈り区では27.3%、全木本に対しては順に5.4%、4.2%であった。

3.4 作業の違いと林分構造

14年生時での生活型別種数をみると、種数は全ての生活型で放置区より下刈り区で少なかった(表-6)。

本数密度は、大高木の実生と低木では差がなかったが(χ^2 検定, $p > 0.05$)、大高木の萌芽幹と小高木では放置区より下刈り区で少なかった(χ^2 検定, $p < 0.05$)。

幹材積をみると(図-5)、スギは下刈り区で19.5 m^3/ha 、放置区で10.4 m^3/ha 、広葉樹は順に5.5 m^3/ha 、33.4 m^3/ha であった。合計すると放置区で43.8 m^3/ha 、下刈り区で25.0 m^3/ha であった。

樹高の頻度分布をみると、放置区ではスギ、ウダイカンバ、ミズメが高さ3mから3.5mで生育し、その直下をキハダ、ミズキなどの大高木、マルバマンサクなどの小高木が生育していた。さらにその下をタニウツギなどの低木が生育するという階層が形成されていた。下刈り区では、スギの3mから3.5mの層と広葉樹の2mから2.5mの層が明確に別れていた(図-6)。

スギの本数密度、サイズ、形質を比較すると(表-7)、本数密度は両区で差がなかった(χ^2 検定, $p > 0.05$)が、胸高直径、樹高とも放置区より下刈り区で大きかった(U検定, $p < 0.05$)。一方、根元曲がり水平長は放置区の方が小さかった(同, $p < 0.05$)。

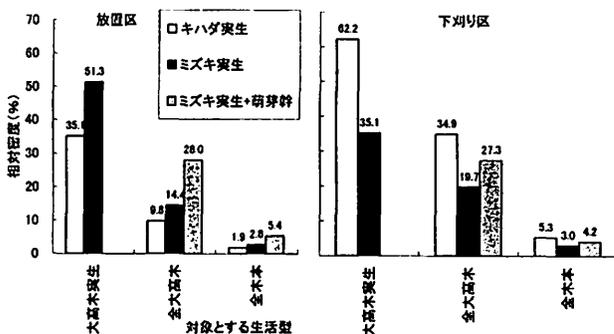


図-4 14年生時における生活型や繁殖様式ごとの総本数密度に対するキハダ、ミズキの相対密度
 大高木実生：大高木の実生の総計に対して
 全大高木：大高木の実生の萌芽幹の総計に対して
 全木本：大高木と小高木と低木との総計に対して

表-6 14年生時での生活型別種数と本数密度

生活型 *1	放置区		下刈り区	
	種類 *2 (種/調査区)	本数密度 (本/ha)	種類 *2 (種/調査区)	本数密度 (本/ha)
大高木(実生)	5	1233	3	1233
大高木(萌芽幹)	8	3167	5	967
小高木	7	6200	4	1833
低木	12	12267	7	10400
合計 *2	31	22867	18	14433

*1:本文参照

*2:実生と萌芽幹で重複している種は1種とした

4. 考察

4.1 キハダ・ミズキの分布と消長

残存林分ではキハダ、ミズキが混交していないが(表-2)、調査区内で生き残った切り株をみると(表-3)、前生林分は、ミズキの相対密度が高く、キハダも生育する部分であったといえる。これは、両林分の土壤水分条件の違いが種組成に反映した結果であり、調査区付近は、やや湿性であるため、キハダ、ミズキが生育していたと思われる(谷本, 1990)。富山県の二次林のなかでは、胸高断面積合計でキハダが0.2%未満、ミズキが0.7%と少ないが(石田, 2004)、このように立地条件によって部分的には優占する。前生林分と残存林分は連続した一群の林分であるとみられ、その胸高直径の大きさなどから、伐採時の林齢は30年から40年生だったと思われる(長谷川, 1989)。このような林分が伐採され、造林作業が行われた。

キハダ、ミズキは、機械によるかき起こし更新地で普遍的に発生する(林田・小山, 1990; 佐藤, 1998; Yoshida *et al.*, 2005)。また、造林地での地拵え、植栽などの作業による地表面の攪乱は、埋土種子を裸出させ、微小種子の発芽床を形成する(長谷川, 1997)ため、両種は北陸、飛騨地域のスギ人工林でも、ウダイカンバ、ミズメ、ホオノキ、ウワミズザクラなどとともに30%以上の出現率を呈している(小谷, 1990; 横井・山口, 1998)。したがって、これらは、かき起こし地や造林地で広く発生する樹種と判断できる。

キハダ実生の分布の特徴として、キハダ母樹の周囲、特に母樹の斜面下側に集中的に分布していること(図-2)、本数密度が2年生で14,000本/ha以上

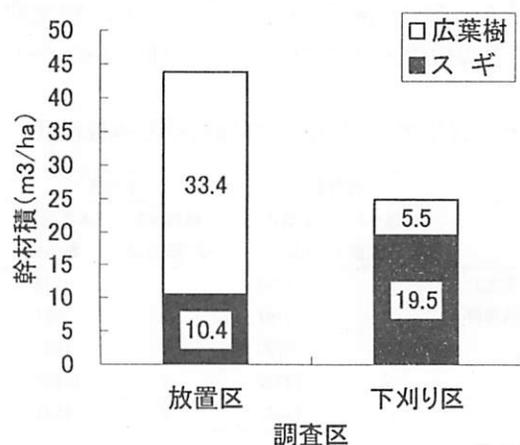


図-5 14年生時でのスギと広葉樹の幹材積

と高いこと(表-4)、全体の84%が植栽年に発生していること(図-3)、まきおとし部分では分布が認められないこと(図-2)などがあげられる。これらのことは、キハダ実生が、皆伐-地拵え-植栽という攪乱を契機に発生した(長谷川, 1997)ものであることを示している。ミズキも、前生林分に生育していた母樹から散布された種子と埋土種子の両方から発生したと考えられ、さらに切り株から発生した萌芽幹が加わっている(図-2)。これらは、後生稚樹であるため、天然下種更新の型でいえば後更型(長谷川, 2004)となる。キハダは、種子が鳥によって広く散布され(鷲谷・大串, 1993)、埋土種子として土中で長く生きる(渡邊, 1994; 勝田ら, 1998)ため、稚樹と母樹の分布とは関係が弱いことが多い(長谷川・平, 2000; Yoshida *et al.*, 2005)。しかし、この調査地で実生が母樹の周囲に集中的に分布することは、この母樹が種子を多量に散布し散布者(鳥)を集めることに重要な役割を果たしたことをうかがわせるが、この点については、さらに検討が必要である。

冒頭で記したように人工林での各種の生存率は、萌芽力と初期成長速度および耐陰性によって決まる。さらに萌芽力に対して刈取りの高さや期間などの作業条件が影響する。例えば、ウダイカンバは、萌芽力は小さく耐陰性は低いが、初期成長速度が速いので、刈取り強度の比較的弱い場合、生存率が高まり優占する(長谷川, 1998)。一方、ミズナラ、ホオノキ、ウワミズザクラなどは、成長速度ではウダイカンバより劣るが、萌芽力が高く、耐陰性が比較的高いため、作業条件の影響は小さいと思われる(長谷川, 2004)。この調査地では、3年生時の刈取り高は、 13.8 ± 4.3 cmと地際付近であり(長谷川, 未発表)、下刈り期間も8年間と長いため、刈り取り強度は強かったといえる。14年生時までのキハダの

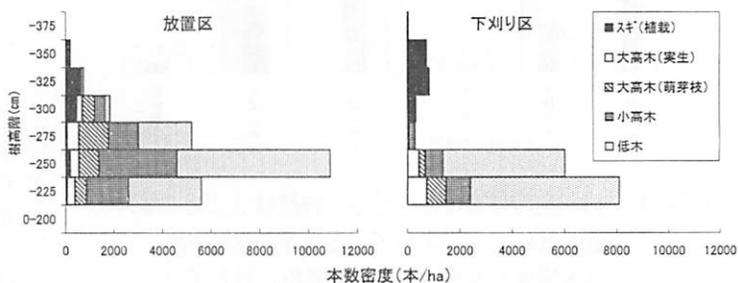


図-6 14年生時点での樹高の頻度分布
生活型の説明は本文参照

生存率は4.2~4.3%と両区とも低い(表-5)。この理由として、下刈り区では、このような強度の刈取りに対してキハダの耐性が低いこと(長谷川, 1991)、放置区では、初期成長速度が相対的に小さく(長谷川, 1998)、かつ耐陰性が低い(Yoshida and Kamitani, 1999)ことがあげられる。

両区でミズキ実生がキハダ実生より生存率が高い(表-5)のは、萌芽力(長谷川, 1991)と耐陰性で相対的に勝るからであろう。しかし、実生の生存率が下刈り区より放置区で高くなったことと(表-5)、切り株の生存率が下刈り区より放置区で高いこと(表-5)は、このような強度の刈取り条件下では、ミズキの萌芽力は高いものではないことを示唆している。

14年生時の樹高を比較すると、キハダとミズキ実生の樹種間で差はなく、処理区間で差がある(表-5)。これは両種とも被圧されずに上層に抜け出した(樹高2m以上)個体は、ミズキ萌芽幹と同等の樹高成長を呈することを示している。放置区では萌芽幹と実生の差が若干残っているが、下刈り区では14年生までに差が無くなるのがわかる。これは、萌芽幹と実生の成長速度の差は、発生当年といった初期にのみ大きい(長谷川, 1986)ためであろう。

以上のように、キハダの実生は高密度で発生しても、急激に密度を低下させる。しかし、発生数そのものが多かったため、14年生時点でキハダは400本/ha以上の個体が生存している(表-5)。生き残ったキハダは、大高木の実生のなかでは相対密度が高く、その一部は上層に達している(表-5)。しかし、主に萌芽由来の小高木や低木をあわせた全木本のなかでの比率は小さい(図-4)。このため、今後、キハダは低密度で混交していくと思われる。ミズキは、放置区では実生と萌芽幹の死亡率が低いため、キハダより優位となる(図-4)。しかし、下刈り区では、そうはならないことは、保育作業の中止はミズキに対して、より有利に作用したことを示している。また、放置区でのミズキ切り株(萌芽幹)の死亡率の低さは、30~40年生での皆伐地で萌芽更新が可能であることをうかがわせる。

4.2 作業の違いと林分構造

スギの胸高直径、樹高が放置区より下刈り区で大きいことは、放置区では保育をしなかったことによりスギの成長が抑制されたことを示している(表-

7)。しかし、たとえ保育を行って(下刈り区)も、14年生時点の幹材積は林分収穫表での地位5の値の1/3以下である(図-5; 富山県林政課, 1980)。また、根元曲り水平長は、下刈り区では雪起こしを行ったにもかかわらず、140cm以上に達し、雪起こしを行わなかった放置区より大きい。放置区で曲がり小さいのは、広葉樹が高密度で生育することで積雪グライドが軽減されたためと考えられる(相浦, 2005)。しかし、放置区でも幹が傾いている個体が多く、ここでスギを育成しても、形質の良い材を収穫できる可能性は低い。

前生林分には、ミズナラ、ブナなどが混交していたが、調査区やその周辺には、これらの稚樹がほとんど認められなかった。これは、前生林分の林齢が母樹としては若すぎたためである(長谷川, 2004)。また、長棟の65年から100年生林分の伐採跡地に成立した人工林では、萌芽起源のものがほとんど無かった(長谷川・平, 2000)のに対し、ここで萌芽幹の割合が高いのも、前生林分の林齢が比較的若かったためである。萌芽幹の密度が、放置区より下刈り区で低いのは(表-6)、強度の刈取りを繰り返すことで切り株の枯死率が高まるためであろう(表-5)。

全種数は下刈り区での18種に対し放置区では31種と多く、生活型ごとにみても、全ての型で放置区の方が多(表-6)。萌芽力が弱いウダイカンバ、ミズメ(長谷川, 1991; 1998)は、放置区で出現するが、下刈り区で出現していない。また、下刈り区では萌芽幹の密度が低い(表-6)。このようなことが下刈り区で種数を減少させた理由であろう。下刈り区ではスギの下に広葉樹が生育する2段林型であるが、放置区ではスギより広葉樹の方がやや高い層にあり、大高木、小高木は混交して、まとめて上層を形成している(図-6)。下刈りを中止することで多様な樹種によって上層にも広葉樹が混交した林分が形成される。

表-7 両区におけるスギの成長と形質の違い

項目 \ 試験区	放置区	下刈り区	検定結果*1
胸高断面積合計(m ² /ha)	4.99	8.60	
立木密度(本/ha)	1567	1667	
胸高直径(mm)*2	61.1 ± 18.2	80.3 ± 10.7	差あり
樹高(cm)*2	291.7 ± 33.6	322.9 ± 13.4	差あり
根元曲がり水平長(cm)*2	106.9 ± 42.8	144.2 ± 69.0	差あり

*1: t検定, p<0.05

*2: 平均値±標準偏差

以上のように、前生稚樹が無い林分の皆伐跡地でも、後更型のキハダ、ミズキの実生や切り株からの萌芽幹によって森林の再生が始まる。キハダは初期成長速度が特に速いわけではなく、耐陰性も強くないため、保育を中止しても、その生存率を高めることはできない。しかし、下刈りを中止することで、多様な樹種が混交し、切り株からの萌芽幹の密度が維持される。スギの生育がよければ当初の目的どおりスギを育成すればよいが、良材の収穫が困難なこの林分では、下刈りや除伐を中止して広葉樹を混交させた方が、質（種組成、種数）、量（本数密度、幹材積）両面からみて、より機能の高い森林を育成でき、環境保全的にも資源的にも価値が高まると思われる。ただし、これは14年生までの結果であり、今後どのような混交林となっていくか、さらに検討していく必要がある。

5. 謝辞

この研究を行うにあたり、富山県森林公社及び婦負森林組合の各位には、試験地の設定、資料のご提供などで多大なご協力をいただいた。林業試験場の各位には、現地調査にご協力をいただいた。ここに深く感謝いたします。

引用文献

- 1) 相浦英春：斜面積雪の安定に必要な立木密度。日本林学会誌87：73-79（2005）
- 2) 豪雪地帯林業技術開発協議会：雪国の森林づくり。林業調査会，東京（2000）
- 3) 長谷川幹夫：皆伐跡地に成立したコナラ萌芽枝と実生の分布と成長。富山県林業試験場研究報告11：33-42（1986）
- 4) 長谷川幹夫：コナラ萌芽林の生産力。富山県林業技術センター研究報告2：5-12（1989）
- 5) 長谷川幹夫：スギ不成績造林地での下刈り，除伐が広葉樹の定着に与える影響。日本林学会誌73：375-379（1991）
- 6) 長谷川幹夫：造林地での地拵え，植栽が形成する発芽床の特性。中部森林研究45：115-118（1997）
- 7) 長谷川幹夫：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（1998）
- 8) 長谷川幹夫・平 英彰：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。日本林学会誌82：28-33（2000）
- 9) 長谷川幹夫：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（2004）
- 10) 林田光祐・小山浩正：北海道の針広混交林におけるかき起こし地の更新初期の動態。日本林学会大会論文集101：447-448（1990）
- 11) 石田 仁：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（1992）
- 12) 石田 仁：富山県の天然林とその管理-基礎編-。富山県林業技術センター研究報告17号別冊（2004）
- 13) 勝田 征・森 徳典・横山敏孝：日本の樹木種子（広葉樹編）。林木育種協会，東京（1998）
- 14) 小谷二郎：積雪地帯における広葉樹林造成・改良技術。石川県林試研報 21：1-13（1990）
- 15) 宮脇 昭・奥田重俊・望月陸夫編：日本植生便覧。至文堂，東京（1978）
- 16) 佐竹義輔・原 寛・亘理俊次・富成忠夫編著：日本の野生植物木本Ⅰ。平凡社，東京（1989a）
- 17) 佐竹義輔・原 寛・亘理俊次・富成忠夫編著：日本の野生植物木本Ⅱ。平凡社，東京（1989b）
- 18) 佐藤 創：樹冠下かき起こしによる多様な樹種の更新（Ⅰ）-種子散布から実生定着までの過程-。北海道林業試験場研究報告35：21-30（1998）
- 19) 谷本丈夫：広葉樹施業の生態学。創文，東京（1990）
- 20) 富山県林政課：人工林収穫予想表・人工林林分材積表（立山すぎ）。富山県，富山（1980）
- 21) 富山県林業試験場：タテヤマスギ立木幹材積表。富山県，立山町（1985）
- 22) 鷲谷いずみ・大串隆之：動物と植物の利用しあう関係。平凡社，東京（1993）
- 23) 渡邊定元：樹木社会学。450pp，東京大学出版会，東京（1994）
- 24) 横井秀一：岐阜県飛騨地方における広葉樹の1変数材積式。岐阜県寒冷地林業試験場研究報告14：1-11
- 25) 横井秀一・山口 清：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（1998）

- 26) 横井秀一・山口 清：積雪地帯におけるスギ不成績造林地の取扱い—スギと広葉樹の成長過程からみた施業案—。森林立地42(1)：1-7 (2000)
- 27) Yoshida T., and Kamitani T.: Growth of a shade-intolerant tree species, *Phellodendron amurense*, as a component of a mixed-species coppice forest of central Japan. *Forest Ecology and Management* 113:57-65 (1999)
- 28) Yoshida T., Iga Y., Ozawa M., Noguchi M., and Shibata H.: Factors influencing early vegetation establishment following soil scarification in a mixed forest in northern Japan. *Canadian Journal of Forest Research*35:175-188 (2005)

Summary

A section in which tending treatments (weeding and the pulling up the leaned stems for eight years) was performed, and a section in which tending treatments were terminated at the half-way point were established in a *Cryptmeria japonica* plantation generating abundant *Phellodendron amurense* and *Cornus controversa*. I examined the type of influence the difference in such processing would have on the stand structure and on the rise and fall of both species for 14 years. The survival rate of *P. amurense* was low in any section. Since it was difficult to remove *P. amurense* by cutting, its numbers were decreased by weeding. Moreover, since its growth rate was comparatively slow and it possessed low shade tolerance, even if weeding was stopped, it was impossible to increase its chance of survival. However, some individuals which survived to 14 years old reached the canopy layer. The survival rate of *C. controversa* was higher than *P. amurense*, when weeding was terminated, the stand density of sprout of this species became relatively large, and it became predominance over *P. amurense*. More species could be mixed up together by terminating weeding. Mixing up the broadleaved trees could improve the forest in terms of quality (species composition, life form) and quantity (stand density, stand volume), in a stand where the harvest of good timber from *C. japonica* is difficult.