

スギ幼齢林における広葉樹稚樹の発生と分布

ミズナラを種とする二次林の伐採跡地における事例

長谷川幹夫*

Establishment and Distribution of Hardwood Seedlings on Juvenile *Cryptomeria japonica* D. Don Plantation A case study on a clear cutting stand dominated by *Quercus crispula* Bl.

HASEGAWA, Mikio*

I studied establishments and distributions of hardwoods in 3-years old *Cryptomeria japonica* D. Don plantation. Its advance growth was dominated by *C. japonica* (natural growth) on ridge, *Quercus crispula* Bl. on upper part, and *Acer* spp. on lower part of slope. And the stand was about 40 years old. Seedlings of hardwoods in the plantation established most in 1986 and many in years before and after 1986 that was next year of clear cutting of the advance growth, and nothing in 1988. The seedlings of *Q. crispula* were many on upper part of slope, and those of *Acer rufinerve* Sieb. et Zucc. were many on lower part, so they were aggregated distribution. This distribution pattern of seedlings was the same as that of the advance growth. *Phelodendron amurense* Rupr. that had seed dispersed by bird and stocked in soil for long term was random distribution. Densities of the seedlings were 5,714/ha on *Q. crispula*, 3,357/ha on *A. rufinerve*, 1,214/ha on *P. amurense*. In this stand, the seedlings of all mesophanerophyte grow 14,000/ha, 5,600/ha higher than 30cm. I can know possibility of success of regeneration on clear cutting stand dominated by *Q. crispula*.

3年生のスギ造林地において広葉樹稚樹の発生経過と分布状況を調べた。この造林地の前生樹は尾根上ではスギ(天然生), 斜面上部ではミズナラ, 斜面下部ではウリハダカエデ等のカエデ類が優占しており, その林齢は約40年であった。スギ幼齢林での広葉樹稚樹は前生樹の伐採から1年後の1986年に発生した個体が最も多く, その前後の年に集中して多かったが1988年に発生した個体はなかった。尾根では稚樹は少なかったが, ミズナラは斜面上部に, ウリハダカエデは下部に集中分布しており, 前生樹の樹種の斜面位置による分布の違いと稚樹のそれは一致していた。鳥散布で埋土種子となるキハダはランダム分布であった。稚樹の密度はそれぞれミズナラで5,714本/ha, ウリハダカエデで3,357本/ha, キハダで1,214本/haなどで, 17種の高木性広葉樹の稚樹は総計14,000本/ha, 樹高30cm以上のもので5,600本/ha生育していた。以上のことは40年生のミズナラを主とする二次林の伐採跡地での天然下種更新の可能性を示唆していた。

1. はじめに

限られた林地を有効利用するためには、不成績造林地でも施業の転換を図る必要がある。そこへ広葉樹が侵入した場合、不成績の対策（赤井ら, 1989, 小谷, 1990など）のためだけでなく、混交林の造成（赤井ら, 1986）、広葉樹の更新（前田, 1985）、省力化（赤井ら, 1987）などの資料として貴重である。しかし、これまでの報告は既に混交林状態を呈した若齢林以上の段階の調査例が多く、林分構造を決定する重要な段階である幼齢期の報告は少ない。森林

の更新は、伐採収穫される林分の構造（前生樹）と攪乱の程度（施業）によって決まってくるため、両者の関係を知ることは更新の資料として重要と思われる。施業については皆伐—造林—下刈り—除伐というようになりに一律に行われるが、前生樹は立地によって構成種が異なる。例えば富山県の広葉樹天然林は構成種から、コナラ、ミズナラ、カエデ類、ケヤキ、ブナ、カンバに大きくタイプ分けできる（長谷川, 1989, 宮脇, 1977）。これらは環境や更新特性がそれぞれ異なるため、それぞれのタイプの林分を

表-1 残存林分の斜面位置による種組成の違い
Difference of floristic composition by positions on slope.

斜面位置 Position	樹種 Species	尾根 Ridge		斜面上部 Upper part		斜面下部 Lower part	
		基底面積** (m ² /ha)	密度*** (No./ha)	基底面積** (m ² /ha)	密度*** (No./ha)	基底面積** (m ² /ha)	密度*** (No./ha)
Qs	ミズナラ	4.87	400	14.14	800	9.19	313
As	コハウチワカエデ	0.41	50	0.31	50	5.87	469
Tj	シナノキ	2.05	100	2.83	150	6.41	260
Sm	アズキナシ	0.94	100				
Vf	オオカメノキ	0.13	50				
Aj	ハウチワカエデ	0.51	50				
Bj	ヤマボウシ	0.19	50				
Hj	マルバマンサク	0.71	300	0.40	150		
Qs	コナラ	0.28	50	1.01	50		
Cja	クマシゲ	4.66	450	1.13	200		
Cj	スギ	16.82	750	0.43	50		
Mo	ホオノキ			7.80	300		
Fl	ケアオダモ			0.30	100		
Ms	タムシバ			0.28	50	0.74	104
Ar	ウリハダカエデ			2.65	150	5.99	156
Am	アカイタヤ					12.15	469
Total 合計		31.56	2350	31.29	2050	40.34	1771

Notes : * Symbols are showed next and are the same as in other Tables and Figures

- Aj, *Acer japonicum* Thunb.;
- Asc, *Acanthopanax sciadophylloides* Franchet et Savat.;
- Be, *Betula ermanii* Cham.;
- Bm, *Betula maximowicziana* Regel.;
- Cja, *Carpinus japonica* Bl.;
- Cje, *Celtis jessoensis* Koidz.;
- Hj, *Hamamelis japonica* Sieb. et Zucc.;
- Ms, *Magnolia salicifolia* Maxim.;
- Ps, *Prunus sargentii* Rehder.;
- Sj, *Sorbus japonica* Hendlund.;
- Tj, *Tilia japonica* Simonkai.;
- Asi, *Acer sieboldianum* Miq.;
- Bj, *Benthamidia japonica* Hara.;
- Cc, *Castanea crenata* Sieb. et Zucc.;
- Cj, *Cryptomeria japonica* D. Don.;
- Fl, *Fraxinus lanuginosa* Koidz.;
- Ma, *Morus australis* Poir.;
- Pa, *Phellodendron amurense* Rupr.;
- Qs, *Quercus serrata* Thunb. ex Murray.;
- Pt, *Paulonia tomentosa* Steud.;
- Vf, *Viburnum furcatum* Blume ex Maxim.;

** Basal area
*** Density

伐採した跡の拡大造成林地における更新状況を個別に知っておくことは意義が大きいと思われる。ここではミズナラ、カエデ類を主とする二次林を伐採して造林されたスギ幼齢林での広葉樹稚樹の発生、分布特性を調べた。

2. 調査地と方法

調査地は富山県中央部に位置する立山町松倉の公社造林地で、ここは標高650mの尾根上から沢へ落ちる傾斜度20~30°の北西斜面からなり、年最大積雪深は2m(平ら, 1990)である。かつて二次林が成立していたが、1985年に皆伐され、スギが3000本/ha植栽され、下刈り、倒木起こしが調査年の1988年まで毎年行われてきた。調査は9月に山頂から尾根下部にかけて幅1m, 水平距離54mの帯状区を設定して、高木性広葉樹(ここではラウンケアの大型および中型地上植物; MM(宮脇ら, 1978)とした)の稚樹を全て掘り取り、持ち帰って樹種と樹高、根元直径を測定し、根元付近の年輪数、冬芽跡、切られ跡等から樹齢を調べた。また幅4m, 長さ35mで等高線に垂直に設定された方形区を1×1m²で区切り、その区内の広葉樹、天然生スギ稚樹および植栽スギにつ

いて樹種名と樹高を記録した。

1991年11月に造林地に接して残存している林分において、方形の調査区を尾根部(面積200m²), 斜面上部(面積200m²), 斜面下部(面積192m²)に各1区設けて、胸高直径5cm以上の樹木について毎木調査(樹種, 胸高直径, 樹高)を行った。また成長錐によって一部の固体の樹齢を推定した。

3. 調査結果と考察

3.1 残存林分の林相

造林地に接して残存している林分の3調査区の調査結果(表-1)から、尾根では11種出現し、その内スギ(天然性)が本数、胸高断面積合計(基底面積)ともに最も大きく、次いでミズナラ、クマシデが多かった。斜面上部では11種出現し、その中でミズナラが最大で、次いでホオノキが多かった。斜面下部では6種のうちアカイタヤが最も多く、次いでミズナラ、シナノキ、ウリハダカエデなどがあった。このように斜面位置によって優占種が異なっており、その関係は、富山県中央部の二次林の種組成と立地間の関係を解析したもの(長谷川, 1989)とほぼ一致していた。

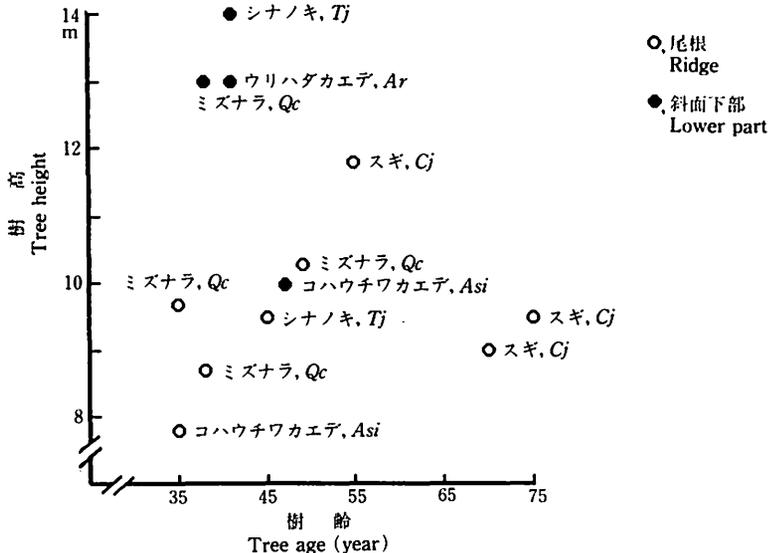


図-1 造林地周辺二次林内における試料木の樹齢と樹高の関係
Relation between tree age and tree height of sample trees in secondary forest near by the plantation.

Note: Symbols are the same as in Table 1

成長錐の試料から推定した樹齢(図-1)は広葉樹では35~45年であり、この林分は約40年前に皆伐等の撓乱があったと推定された。ただスギでは55~70年であり、この種のみ皆伐当時に刈残された可能性がある。また樹齢と樹高の関係(図-1)から、樹高は尾根部で約40年で10~12m、斜面下部で13~14mであった。樹高成長としては斜面下部で、北海道のミズナラ林、イタヤ林の2等地程度の成長を示していた(松井善喜, 1977)。

このことから、この造林地の前生樹は比較的良好な樹高成長を示す約40年生のミズナラを主とし、尾根部ではそれに加えてスギが、斜面下部ではカエデ類が混交していたと考えられる。

3.2 稚樹の発生年

各個体の樹齢から推定した各樹種の発生年の頻度分布(図-2)をみると、前生樹が皆伐されたのが1984年であるから、全体では伐採前から生育していた稚樹はわずかで、伐採の年から発生数は急増し、1986年にモードを呈した後減少していた。樹種ごとに見ると、ウリハダカエデ、ケアオダモ、キハダ、

ミズナラはいずれも1986年に発生モードを持っていた。ウダイカンバ、エゾエノキは1987年に最も多く、オオヤマザクラは1982年から1987年まで発生範囲が広がった。また、いずれの樹種も1987年には発生数は減少し、1988年には発生していなかった。

ミズナラ、ウリハダカエデは種子の寿命が短く(森, 1991) 散布範囲が狭いこと、1984年以前に発生した稚樹がほとんどないことから、これらの樹種の稚樹は伐採前の1984年に落下した種子が発生、定着したものに限られると考えられる。また1986年に発生したように見える稚樹は下刈りなどによって地上部が失われた個体が実生萌芽によって見かけ上若返った可能性が大きい。このような特性を持つ樹種でここに出現するものとして他にクリ、コナラがあげられる。キハダの種子は鳥などによって散布され、埋土種子として林地に長期間生存する(森, 1991)。これは皆伐によって発芽に適した環境となったため発生してきたのであろう。エゾエノキ、ヤマボウシ、ウラジロノキもこれと似た特性であろう。オオヤマザクラは林内にあった時でも発生した個体が認められ、

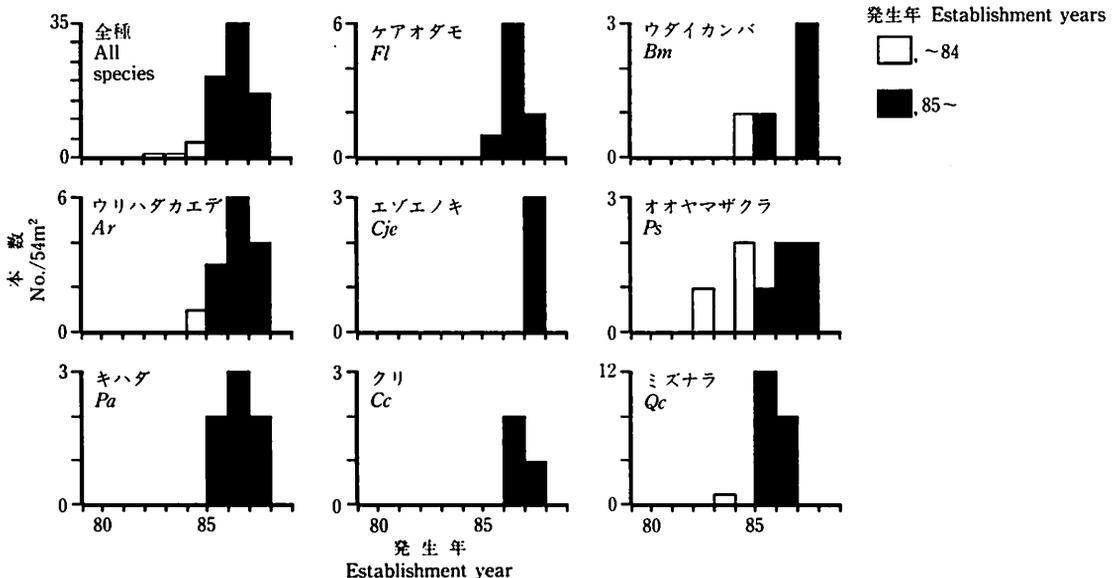


図-2 主な稚樹の発生年の頻度分布
 Frequency distributions of establishment years of main seedlings.
 Note: Symbols are the same as in Table 1

林内稚樹としても存在していた。ウワミズザクラも同様な結果(長谷川, 1991)があり, これらは似た更新特性を持っていると考えられる。

以上のことから, ほとんどの種の稚樹は伐採年から1~3年後に集中して発生していた。これは林床における光環境等の好転が発生を促したためと考えられる。筆者(1991)が30年生の造林地に生育する広葉樹を調べたところ, 造林年から7年後に稚樹の発生もモードを認めているが, 上の結果や年輪から樹齢を知る時の誤差などから考えると, その発生時

期はもっと早く集中していた可能性がある。

3.3 稚樹の分布特性

広葉樹稚樹は16種, 13,357本/haが認められた(表-2)。

樹種別ではミズナラが5,714本/ha, ウリハダカエデが3,357本/ha, キハダが1,214本/haと多かった。また植栽されたスギ2,286本/haのほか, 天然スギも643本/ha含まれていた。

主な種の稚樹の分布特性を知るため, 枡面積を1×1から4×4m²に変えた時の森下のI δ 指数(森下, 1979)を求めた(図-3)。I δ 指数は1のときランダム分布, 0<I δ <1のとき規則分布, 1<I δ の時, 集中分布となる。これによると, ミズナラ, ウリハダカエデでは1m²から4m²までいずれも集中分布であり, ウリハダカエデは特に集中性が強かった。キハダでは2×1m²以上ではランダム分布を呈していた。全体ではどの枡面積の時も集中分布であった。

調査区は山頂から斜面を下降するように縦長に設定された。そこで長さ(斜面の上下)方向に1mごとに区切り, ポール横断で得られた地形断面, 带状区頂点からの水平距離と主な種の稚樹の各小区での本数(1m²あたりに換算)の関係を図-4に示した。全種では山頂で少なく斜面下部で多かった。ミズナラは斜面上部で多く, 下部で少なかった。ウリハダカエデは山頂, 斜面上部で出現せず, 下部で多かった。キハダ, コナラの分布には特別な傾向がなかった。

ミズナラは大型の種子をもち, その散布範囲は狭いため母樹の配置等によって稚樹の分布にばらつきが生じることが考えられる。周辺の林分ではミズナラは全ての立地に出現したが相対的に斜面上部に多かった。ミズナラ稚樹も斜面上で多く, これとよく対応していた。また, 残存林分の調査結果ではウリハダカエデは斜面下部に散布されたことが考えられる。これらの種が集中分布だったのは, このような母樹の分布に偏りがあり, 種子の散布範囲が比較的狭いためと思われる。

キハダは残存林分での調査では出現しなかったため, 母樹の密度は相対的に低いと考えられるが, 稚樹数は3番目に多かった。そしてランダム分布であった。この原因としてこの種子が鳥によって散布さ

表-2 造林地における稚樹の密度と平均樹高
Densities and mean heights of seedlings on the plantation.

Sy.*	樹種 Species	平均樹高 Mean height (cm)	本数 No./ha
<i>Pd</i>	アカマツ	20.0	71
<i>Bm</i>	ウダイカンバ	52.5	286
<i>Ar</i>	ウリハダカエデ	21.0	3357
<i>Pg</i>	ウワミズザクラ	30.3	214
<i>Ps</i>	オオヤマザクラ	36.0	286
<i>Pa</i>	キハダ	23.5	1214
<i>Pt</i>	キリ	33.3	214
<i>Cc</i>	クリ	50.7	214
<i>Asc</i>	コシアブラ	35.0	71
<i>Qs</i>	コナラ	27.7	643
<i>Asi</i>	コハウチワカエデ	16.3	214
<i>Ci</i>	スギ(天然)**	31.3	643
<i>Cj</i>	スギ(植栽)***	114.8	2286
<i>Be</i>	ダケカンバ	52.0	71
<i>Sp</i>	ナツツバキ	28.0	71
<i>Fl</i>	ケアオダモ	26.0	643
<i>Qc</i>	ミズナラ	28.1	5714
<i>Ma</i>	ヤマグワ	20.0	71
Hardwood	広葉樹小計	22.0	13357
Total	全種	39.3	16286

Notes : * Symbols are the same as in Table 1
** Natural seedlings
*** Planted

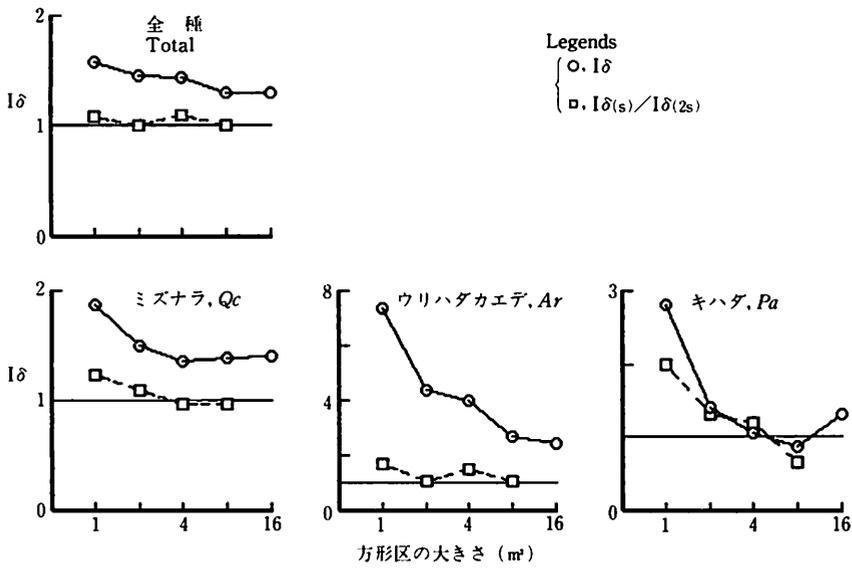


図-3 森下のIδ指数による稚樹の分散構造
Dispersal structures of seedlings
by Morisita's index of dispersion.
Note: Symbols are the same as in Table 1

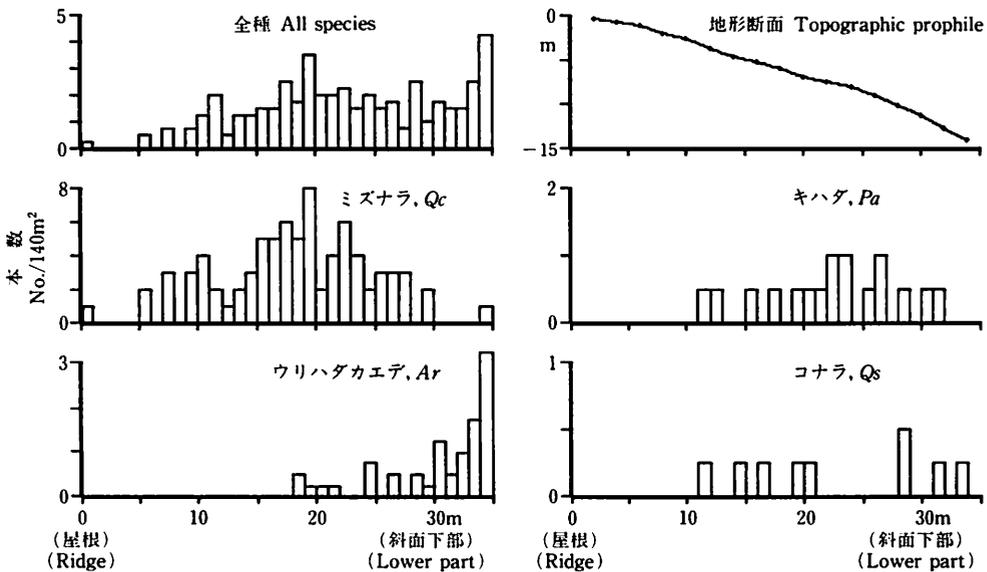


図-4 斜面位置と稚樹の分布本数との関係と地形断面図
Relation between position at a slope and
No. of seedlings and topographic profile.
Note: Symbols are the same as in Table 1

れることや埋土種子として林地に蓄積されていることが考えられる。北海道の火入れ地でもキハダは多く発生するという報告（菊地，1990）がある。

以上のように各種の分布に偏りは見られるがそれぞれが補いあう形で全体では均等に近い分布を呈していた（図-4）。

樹高の頻度分布（図-5）をみると、植栽されたスギが90~160cmになっているが、広葉樹では一部成長の良いウダイカンバ、ウリハダカエデを除いて、樹高は20cm~30cmをモードとしていた。どの種の樹高も揃った状態になっているのは下刈りのためと考えられる。そこで稚樹の形態から伐採がされたかどうか調べた結果、全体の62%の個体は伐採を受けていたが、その都度萌芽枝が発生する等して、再生して来ているようである。ブナ（前田ら，1985）、シラカンバ（函館営林局，1968）、ミズナラ（今田，1972）についても下刈りは更新にとって影響は少ないと言われている。しかし、除伐は枝下の上がったカンバ類を林地から消滅させるなど影響が大きいことから（長谷川，1991）、下刈りも期間の長さによっては、影響があるだろう。これは今後検討を要する事項である。

これまで提出されたブナの更新完了基準は稚樹高30cmのとき3,000本/haから50,000本/haまで、60cmで5,000~10,000本/ha、150cmで2,000本/haとなっているが、単純に本数だけでなく、稚樹の樹勢や分布の均等性も重要である（谷本，1990）。ここではブナではないが平均樹高約20~25cmの高木性広葉樹が、14,000本/ha、30cm以上では全体の40%、5,600本/ha生育していた。また尾根上で少なく、種によってばらつきがあったが、全種で見ると斜面ではほぼ均等に分布があり、上の基準の一部を満たしていた。

無作為に択伐を繰り返すとキハダ等の疎林になってしまう（谷本，1990）ことや火入れ地拵えではカンバが多くなるといわれる。特にブナ、ミズナラはカンバ類に比べ、更新の成否にばらつきが大きく、更新の失敗が問題となっている。それは種子の生産（時期、量）、散布（範囲、量）にばらつきが大きいためであるが、ここでミズナラが5,714本/ha生育していたことは、当地のような林分を伐採するにあたって天然下種更新を成功させる可能性を示していた。

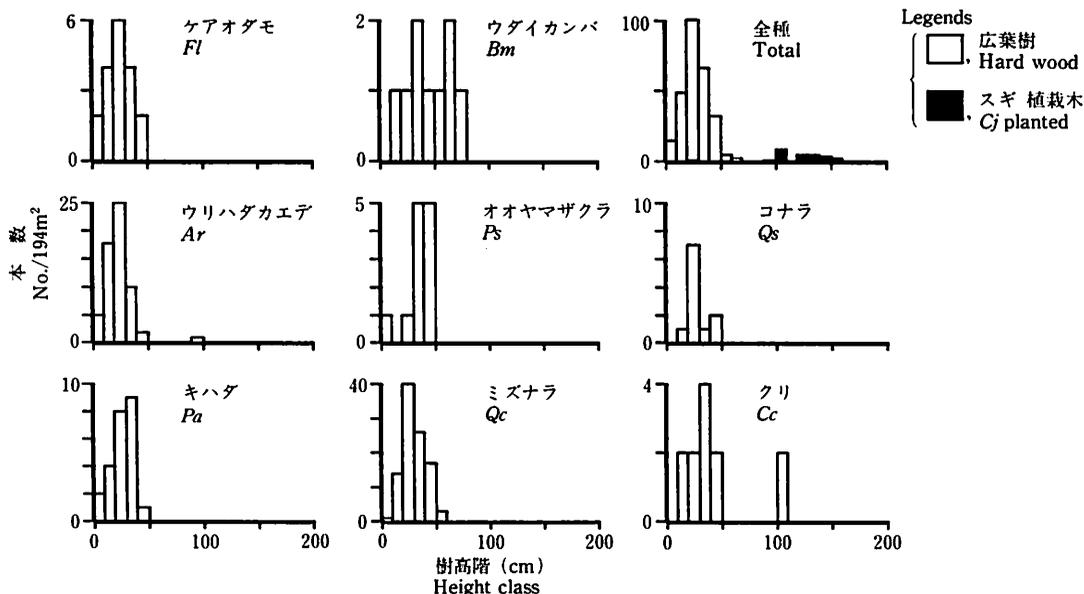


図-5 主な稚樹の樹高の頻度分布
 Frequency distributions of tree height of main seedlings.
 Note: Symbols are the same as in Table 1

4. おわりに

この林地はスギの収穫を目的として拡大造林が行われたが、これに伴った皆伐—スギ植栽—3年間の下刈りという一連の施業は、広葉樹の更新の面からは少なくともマイナスには作用しなかったといえる。積雪量、土壌などから判断すると当地はスギ造林可能の上限地帯である（平ら、1990）が、成長が芳し

くなく雪害も大きいことが予想されるため、成林しない部分が出現すると思われる。その場合ここで発生した広葉樹が土地利用上重要な役割を果たすと考えられる。しかし、この林分が今後どのように推移して行くかは不明であり、スギ、広葉樹の消長と施業（下刈り期間中とその後）の関係など追跡する必要がある。

文 献

- 1) 赤井龍男, 吉村健次郎, 真鍋逸平, 上田晋之助, 本城尚正: 混交複層林の構造と造成法(2) — 植栽スギと天然性ヒノキ, アカマツ, 広葉樹の階層混交について —, 京大演報58, 105-124 (1986)
- 2) 赤井龍男, 吉村健次郎, 青木隆: 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—, 98回日林論, 285-286 (1987)
- 3) 赤井龍男, 古野東洲, 真鍋逸平, 上田晋之助, 倉木良人: スギ不成績造林地の混交複層林化した林分の構造と成長, 100回日林論, 255-256 (1989)
- 4) 函館営林局: カンパ類の下種更新—ダケカンパを主として—, 函館営林局, 林業試験場北海道支場共同研究報告書, 92 (1968)
- 5) 長谷川幹夫: 富山県中央部の二次林の分布と構造, 富林技研報 2, 13-22 (1989)
- 6) 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, 日林誌73, 375-379 (1991)
- 7) 松井善喜: 北海道主要造林樹種収穫表と成長量に関する資料 第II編, 北海道林業改良普及協会, p.100 (1977)
- 8) 今田盛夫: ミズナラの構造材作業法に関する研究, 九大演報45, 81-232 (1972)
- 9) 菊地健: 火入れ地ごしらえ地における林木の生長, 日林北支論38, 79-81 (1990)
- 10) 小谷二郎: 多雪地帯における広葉樹林造成・改良技術, 石川林試研報21, 1-13 (1990)
- 11) 前田禎三, 宮川清, 谷本丈夫: 新潟県五味沢におけるブナ林の植生と跡地更新, スギ造林地の成績とブナの天然更新の提案, 林試研報333, 123-171 (1985)
- 12) 宮脇昭編: 富山県の植生, 富山県, p.289(1977)
- 13) 宮脇昭・奥田重俊, 望月隆夫編: 日本植生便覧, 至文堂, p.850 (1978)
- 14) 森徳典: 北方広葉樹のタネ—取扱いと造林特性—, 北方林業会, p.139 (1991)
- 15) 森下正明: 森下正明生態学論集 第二巻, 思索社, p.585 (1979)
- 16) 平英彰, 石田仁: 富山県の積雪地帯区分, 雪と造林 8, 1-5 (1990)
- 17) 谷本丈夫: 広葉樹施業の生態学, 創文, p.245 (1990)