

# カラマツ疎仕立て林分の成長と間伐効果

福 地 稔\*

Growth and thinning effect on *Larix leptolepis*  
GORDON stands

Minoru FUKUCHI\*

## 抄 録

利用価値の高い大径材を早期に生産できる施業技術を確立するため、「カラマツ間伐施業指針」とほぼ同様に本数管理された林齢の異なる3つの林分で間伐試験を実施した。間伐後5年間の林分材積成長量は、それぞれ施業指針の予測値にほぼ相当した。

間伐効果をベータ型Y-N曲線を用いて検討した。間伐効果は若齢林分ほど顕著に現れた。また、林齢にかかわらず疎仕立ての施業方法により、Y-N曲線の傾きは一様化する傾向にあった。

## はじめに

現在、北海道のカラマツ人工林面積はおよそ47万haに達しており、このうち、育成途上で適正な保育・間伐を必要とする～齢級の林分が全体の68%程度を占めている(北海道林務部 1990)。これらの林分から生産される材は中小径材がほとんどで、材の利用上の評価が低いことから、伐期の延長を図って、より価値の高い大径材を生産する施業がとられるようになってきた。しかし、これらの林分の多くは大径材生産のための疎仕立ての施業が初めからとられてきたわけでない。また、大径材生産の事例は少ないのが現状である。

そのため、早期に大径材生産が可能な高地位であり(山根ら 1990)、かつ比較的疎仕立てで施業されてきた林齢の異なる3林分を選び、疎仕立ての施業方法に準じて間伐を実施した。ここでは、間伐後5年間の成長をもとに、間伐時期とその効果を検討し、疎仕立ての施業方法の検証を行った。

## 調査地と調査方法

### 1 調査地の概要

道有林北見経営区内(美幌町)の林齢がおよそ10年から30年までのほぼ10年間隔の3林分に、1982年から1984年まで毎年1林分ずつ調査地を設定した。調査地の所在と施業経過の概略を示すと以下のとおりである。

林分A： 北見経営区 89 林班 52 小班  
1973年植栽 原植本数 2000本/ha  
林齢 9年 つる切り・除伐  
設定時 林齢 12年

---

\*北海道立林業試験場 Hokkaido Forestry Research Institute, Bibai, Hokkaido 079-01

林分B： 北見経営区 95 林班 54 小班  
 1962 年植栽 原植本数 2500 本 / ha  
 林齢 10 年 つる切り・除伐  
 林齢 12 年，17 年 第 1，第 2 回間伐  
 設定時 林齢 22 年

林分C： 北見経営区 79 林班 51 小班  
 1952 年植栽 原植本数 3000 本  
 林齢 9 年 つる切り・除伐  
 林齢 13 年，18 年，23 年，27 年 第 1～第 4 回間伐  
 設定時 林齢 31 年

なお，これらの調査地の設定時および各間伐時の概要はカラマツ対策協議会季報（畠山ら 1986）に詳しく述べてあるので省略する。

## 2 調査方法

林内に 100m × 50m (0.5ha) の調査区を 2 箇所設定し，一方を間伐区，もう一方を無処理の対照区とした。胸高直径と立木位置は全木測定した。樹高は直径階別に標準木を選んで測定し，樹高曲線を描いて求めた。材積の算出にはカラマツ立木幹材積表（中島 1943）を用いた。測宗後，「カラマツ間伐施業指針」（北海道林業改良普及協会 1981）の I 等地疎仕立て型を基準に，各林分の該当する林齢に合わせて残存本数を決め，間伐を実施した（表 - 1）。間伐に際し，残存木の配置を考慮して，形質不良木を主体に伐採した。間伐から 5 年経過した 1987 年から 1989 年にかけて，直径および樹高の測定を行った。

期間中の枯損木，被害木の材積は，設定時の値を用いた。

表 - 1 調査林分の間伐前後の概況

林分	林齢 (年)		間伐前				間伐後			間伐率 (%)	
			本数 (本)	直径 (cm)	材積 (m <sup>3</sup> )	上層高 (m)	本数 (本)	直径 (cm)	材積 (m <sup>3</sup> )	本数 (本)	材積 (m <sup>3</sup> )
A	12	間伐区	1236	12.5	91	12.2	1022	13.1	81	17	11
		対照区	1320	10.5	64						
B	22	間伐区	624	20.8	169	16.8	414	21.3	118	34	30
		対照区	580	20.8	160						
C	31	間伐区	386	25.6	216	22.6	300	26.1	175	22	19
		対照区	358	25.1	191						

\*上層高は ha 当り上位 250 本の平均樹高を示す。

## 結果と考察

### 1 設定時の概要

表 - 1 に，間伐時の林分概要を示した。各林分の上層高は林分 A (12 年生)，林分 B (22 年生)，林分 C (31 年生) の順に，それぞれ 12.2m，16.8m，22.6m で，どの林分もほぼ 等地の樹高成長を示していた。「カラマツ間伐施業指針」の各林分での樹高，直径，および材積の値をそれぞれ 100 とすると，相対値は林分 A では 104，86，73，林分 B では 89，84，60，林分 C では 95，82，65 となった。樹高の値は地位によってほぼ決まり，どの林分でも指針に近い値を示しているが，直径および材積の値は下回っていた。

図 - 1 に直径階別本数分布を示した。初回間伐の林分 A では、植栽時の本数が 1ha 当たり 2000 本と少なかったため、設定時の本数も少なく、間伐率は本数で 17%、材積で 11% と施業指針に比べて低くなった。また、形質不良の小径木を多く除いたため、間伐木はやや下層に片寄った。これに対し、3 回目ならびに 5 回目間伐の林分 B、林分 C ではほぼ全層間伐となった。

若齢林分ほど本数が多く、直径分布の幅が狭いため、尖度の高い型を示すが、どの林分もほぼ正規型の分布を示している。12 年生林分では、間伐区の方が対照区よりも大きい直径階にピークがあり、設定時の平均直径も少し大きい値を示した。

## 2 間伐後の林分材積の成長

表 - 2 に、間伐 5 年後の現況と 1 年間の成長量を示した。林分 B、C では、間伐 3 ~ 4 年後の 1986 ~ 1987 年にかけて野鼠害が発生した。被害の大きかった林分 C の枯損率は、間伐区では、本数で 22.7% (材積率 21.1%)、対照区では同様に本数で 25.7% (材積率 23.0%) となった。そのため、間伐後 5 年間の純成長量は間伐区、対照区ともマイナスとなった。なお、本数と材積の枯損率がほぼ同様の値であることは、間伐区、対照区ともにこの被害が全層にわたったことを示している。一方、野鼠害の発生しなかった林分 A では被圧などによる自然枯死が起きたが、小径階に限られ、枯損は材積率で 2% 以下であった (図 - 2)。

期間中の年平均成長量は林分 A では間伐区で 24m<sup>3</sup>/ha 年、対照区で 20m<sup>3</sup>/ha 年であったのに対し、林分 B では間伐区で 13m<sup>3</sup>/ha 年、対照区で 17m<sup>3</sup>/ha 年、林分 C では間伐区で 6m<sup>3</sup>/ha 年、対照区で 7m<sup>3</sup>/ha 年にとどまった。もし、野鼠による被害がなく、被害木が生存木と同様の成長を続けていたと仮定した場合、林分 B では間伐区で 16m<sup>3</sup>/ha 年、対照区で 17m<sup>3</sup>/ha 年、林分 C では間伐区で 8m<sup>3</sup>/ha

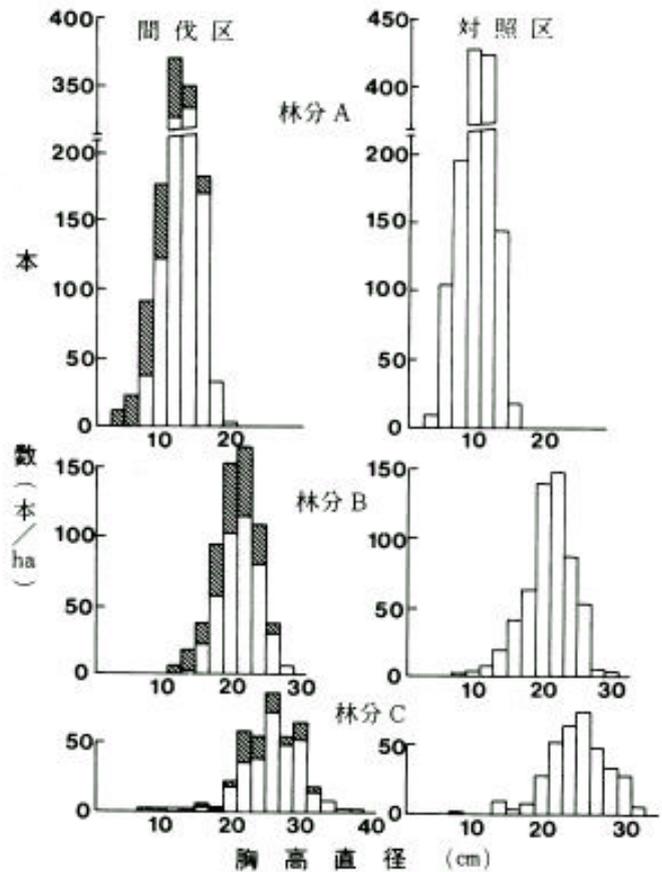


図 - 1 設定時の直径階別本数分布  
斜線は間伐木

表 - 2 調査林分の現況と 5 年間の成長量

林分	林齢 (年)	林分	本数 (本)	平均径 (cm)	上層高 (m)	材積 (m <sup>3</sup> )	粗成長量 (m <sup>3</sup> )	(ha 当り)	
								枯損量 (本)	枯損量 (m <sup>3</sup> )
A	17	間伐区	1016	17.1	17.8	200	119	6	0
		対照区	1268	14.0	17.1	165	102	52	1
B	27	間伐区	346	24.8	20.4	160	66	68	23
		対照区	558	23.6	20.8	238	84	12	6
C	36	間伐区	232	28.3	23.9	170	32	68	37
		対照区	266	27.7	23.8	184	36	92	44

年，対照区  $10\text{m}^3/\text{ha}$  年の成長が見込まれた。設定時に間伐区の平均直径が対照区よりもやや大きかった林分 A では，間伐区の成長量が対照区のそれよりも大きかったが，林分 B，C では間伐区，対照区ともほぼ同等の成長量を示した。

これらの値を「カマツ間伐施業指針」本のそれぞれの林齢での連年成長量の値と比較した。その結果，林分 A，B，C とほぼ同じ林齢での連年成長量の値 ( $22.0\text{m}^3/\text{ha}$  年， $17.0\text{m}^3/\text{ha}$  年， $12.5\text{m}^3/\text{ha}$  年) に比較して林分 C でやや低いものの，林分 A，B ではほとんど同程度の旺盛な成長を続けていることがわかる。

### 3 個体の成長

図 - 3 に，各林分の期首直径と 5 年間の直径成長量の関係を示した。林齢や間伐区，対照区の違いにかかわらず，大きい木ほど直径成長量は大きい。間伐区と対照区との本数差が小さかった林分 C では，期首の直径階毎に間伐区と対照区の

直径成長量はほぼ同じ値を示し，間伐後 5 年間の平均直径成長量はともにほぼ  $2\text{cm}$  であった。しかし，林分 A での間伐区，対照区の平均直径成長量はそれぞれ  $4.0\text{cm}$ ， $3.5\text{cm}$ ，林分 B では同様に， $3.3\text{cm}$ ， $2.6\text{cm}$  で，間伐区の直径成長量の方が対照区に比較して年平均成長量で  $1\text{mm}$  程度大きかった。また，林分間で比較すると，若齢林分ほど期首直径に対する直径成長量の傾きが大きく，旺盛な成長を示した。個体の直径成長量の最大値は，林分 A で  $7.6\text{cm}$  林分 B で  $5.2\text{cm}$ ，林分 C で  $3.9\text{cm}$  であった。すなわち，林分 A では年平均成長量  $1\text{cm}$  (平均年輪幅で  $5\text{mm}$ ) 以上を示した個体が直径上位木の多くに存在したのに対し，林分 B ではごくわずかであり，林分 C では全くなかった。

図 - 4 に，各林分の間伐区および対照区の間伐直後 (対照区は設定時) と 5 年後の Y - N 曲線の推移を示した。林分ごとに比較すると，林分材積成長量の旺盛な林分 A で最も上位直径階への進級木が多く，進級幅も大きかった。

間伐効果を明らかにするためには，大きい木がどれだけ生産されたかにより判断する必要がある。そこで，林分ごとに間伐区と対照区の上位直径階への進級本数を比較した。図 - 3 の林分 A では，直径階別の直径成長量は間伐区と対照区でほぼ同じ回帰線を通っている。しかし，間伐区の方に直径の大きい木が多く，これらの林分内の直径上位木の直径成長量が大きいため，進級木も多い結果となった。16cm 以上に進級した木の  $1\text{ha}$  当たり本数は，間伐区の 500 本に対し，対照区が 700 本と多いが，18cm 以上では間伐区 500 本，対照区 190 本，20cm 以上では間伐区 290 本，対照区 40 本となり，大きい木の本数では間伐区の方が多くなった。

林分 B では間伐区で野鼠害を多く受けたため，明らかな比較はできないが，図 - 3 に示した残存木の成長量から判断すると，上位直径では差がないものの，中小径階で間伐区の成長が上回っており，間伐効

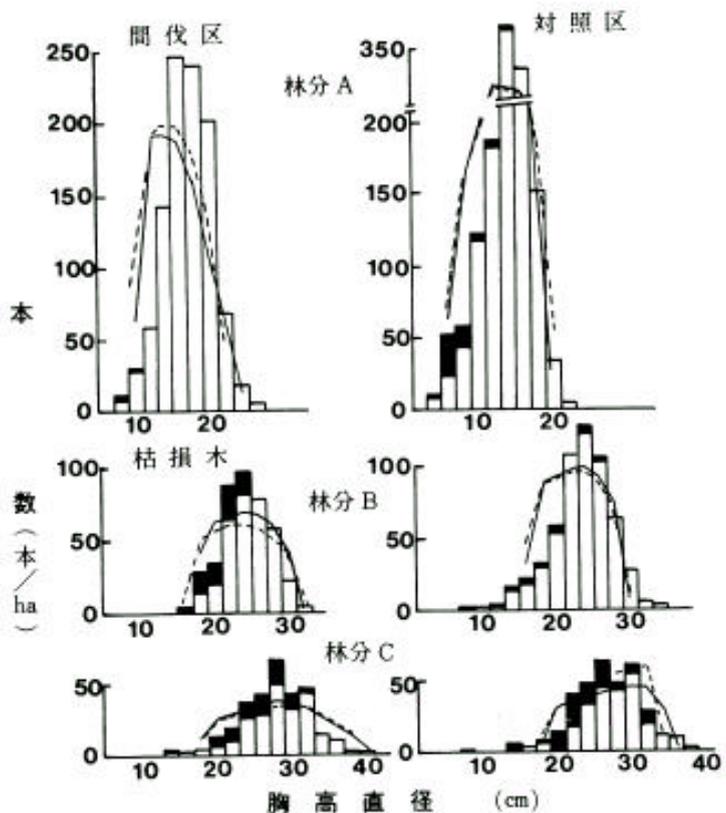


図 - 2 間伐 5 年後の直径階別本数分布

実線は，破線は Y - N 曲線から求めた予測値で，破線は間伐直後の A の値，実線は 5 年後の A の値を用いた。

果が現れていた。一方、林分Cでは間伐区、対照区とも野鼠害を多く受けたが、残存木の成長量から判断しても間伐区、対照区の成長差はほとんどない。これは、間伐区の間伐直後の本数と対照区の本数の差が小さかったことによる。

間伐後林分の成長に伴い個体がどのように成長するかを予測することは、主間伐時の林分内容を知るうえで重要である。そこで、人工林によく適合するベータ型 Y - N 曲線 (KIKUSAWA 1981, 阿部ら 113) を用いて間伐5年後の現実の直径分布と比較した。間伐5年後の Y - N 曲線の各パラメーターは、間伐直後の実測値から求めた。なお、ここでは、間伐5年後も Y - N 曲線の傾きが変わらない (A の値は一定)、途中での枯損がなく、Y - N 曲線は直上に平行移動する、の仮定をおいた。さらに、期間成長量として、「カラマツ間伐施業指針」の値を用いた。すなわち、林分Aでは 22.0m<sup>3</sup>/ha 年、林分Bでは 17.0m<sup>3</sup>/ha 年、林分Cでは 12.5m<sup>3</sup>/ha 年である。林分Cでは現実の成長量はこの値よりやや低かったものの、他の2林分ではほぼ一致した。

得られた各パラメーターを表 - 3 に示したこれらの値をあてはめて、ある直径階 (限界直径, D\*) 以上の木の本来の本数 N(D\*) と材積 Y(D\*) を求めた。ある直径階以上を示す点 (限界直径点) は次の式により求められる (KIKUSAWA 1981)。

$$N(D^*) = C/A \{ (A-1)W(D^*) + B \}^{A/(1-A)}$$

$$Y(D^*) = C/A \{ (A-1)W(D^*) + B \}^{A/(1-A)} (A W(D^*) + B)$$

ただし、W(D\*) はある限界直径 D の木の材積である。

間伐5年後の直径階別本数分布を示す図 (図 - 2) に、Y - N 曲線から求めた予測値を示して比較した。破線は A の値が間伐5年後も一定と仮定した場合、実線は間伐5年後の実測値より求めた A の値を用いた場合である。どちらの予測値も現実の直径分布によく

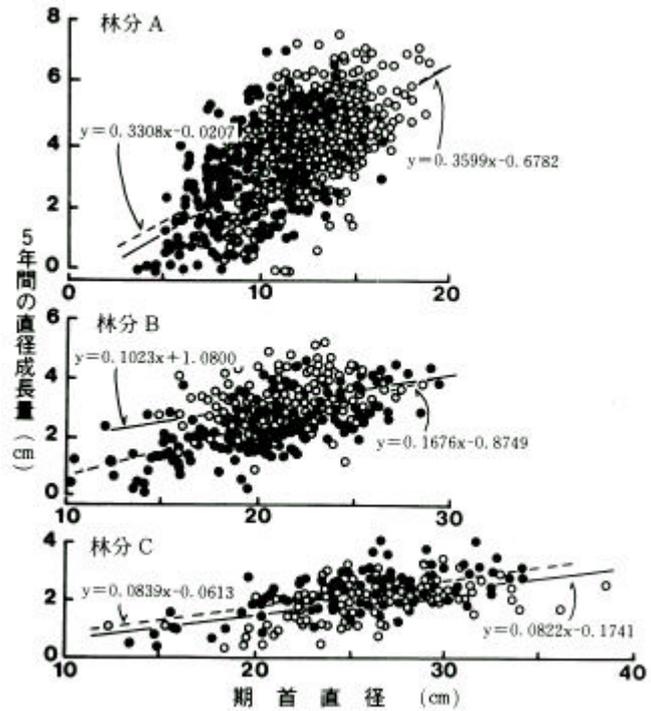


図 - 3 期首直径と直径成長量の関係

○ : 間伐区, ● : 対照区

実線は間伐区, 破線は対照区の回帰線を示す

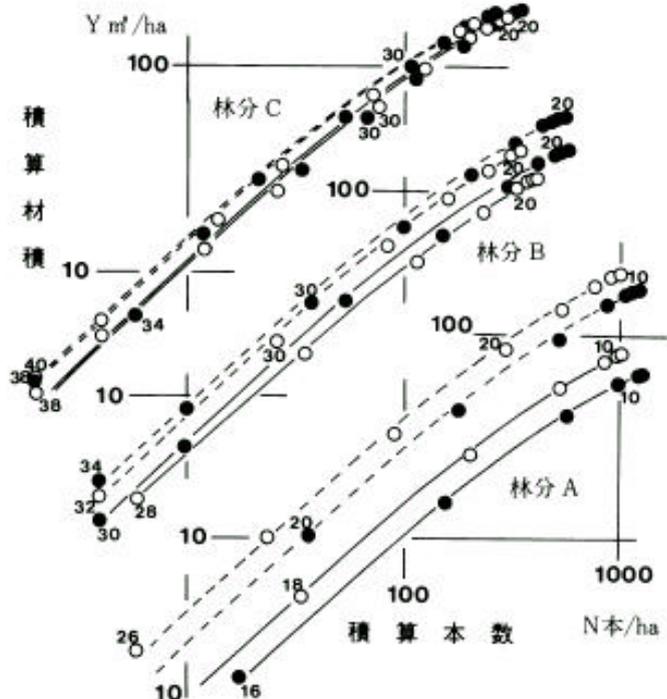


図 - 4 間伐後5年後の Y - N 曲線の変化

○ : 間伐区, ● : 対照区

実線は間伐直後, 破線は間伐5年後

適合しているが、間伐5年後の実測値を用いた方がより適合性が高い。間伐直後のAの値は林分や処理区で異なり、およそ0.5から0.7の範囲であった(表-3)。しかし、間伐5年後のAの値は林分Aでは間伐区0.64、対照区0.60、林分Bでは間伐区0.59、対照区0.58、林分Cでは間伐区0.60、対照区0.56とどの林分も0.6前後の値を示し、Y-N曲線の傾きが一様化する傾向にあった。若齢の林分Aで間伐5年後のAの値が間伐直後よりも低下していることは林分構造の変化を示すものと考えられるが、この点は今後の課題としたい。

5年間の個体材積成長量は、平均値では本数の少ない林分Cで最も大きいですが、期首材積に対する成長量の傾きは、若齢林分ほど急であった。また、期首材積と材積成長量との相関係数はどの林分でも0.80~0.85の値を示した。若齢林分ほど、大きな材積をもつ個体の材積成長量が大きいことは、個体間の優劣が付きやすいことを示している。したがって、一定の林分材積成長量を各個体に振り分け、それらの成長量をより促進させるような間伐の効果は、若齢林分ほど顕著に現れるといえよう。

表 - 3 Y - N 曲線パラメーター

林分		A	B (m <sup>3</sup> )	C (m <sup>3</sup> ) <sup>A(A-1)</sup> /ha
A	間伐区	0.69	0.1373	85917
	対照区	0.58	0.1187	16515
B	間伐区	0.57	0.3470	1530
	対照区	0.57	0.3056	2470
C	間伐区	0.62	0.6313	525
	対照区	0.50	0.5510	454

#### おわりに

これらの林分は、疎仕立てで推移してきたため、設定時の生立本数はカラマツ間伐指針に示された値よりも少なく、間伐率は全体に低くなった。したがって、比較した対照区との本数差も小さく、各林分での間伐効果は小さかった。今後、疎仕立ての施業方針にしたがって間伐を繰り返すことによって、より大径のカラマツ材生産が可能となろう。

#### 文 献

- 阿部信行・菊沢喜八郎 1983 間伐効果に関する定量的研究( )ベータ型Y-N曲線による間伐試験林分の解析. 日林誌 65 : 207 - 214
- KIKUZAWA, K. 1981 Yield - density Diagram for Todo Fir Plantations ( I ) A New Y - N Curve Based on the Beta - Type Distribution . J . Jap . For . Soc . 63 : 442 - 450
- 畠山末吉・福地稔・水井憲推 1986 カラマツ良質大径材生産のための育林技術 モデル林の設定と解析 . 北海道カラマツ対策協議会季報 42 : 26p
- 北海道林業改良普及協会 1981 カラマツ間伐施業指針 . 122p
- 北海道林務部 1990 平成元年度北海道林業統計
- 中島広吉 1943 北海道立木幹材積表 興林会北海道支部叢書 1 : 46p
- 山根玄一・薄井五郎・江州克弘・菊地健・寺沢和彦 1990 カラマツ人工林の成長と立地要因の関係 . 北林試研報 28 : 54 - 61