

カラマツ長伐期施業のための間伐方法

明石 信廣*

Thinning on Japanese larch stands for a long-rotation operation .

Nobuhiro AKASHI*

要 旨

北海道十勝管内新得町の32年生カラマツ林に間伐強度の異なる3つの試験区（A区：材積間伐率45%，B区：材積間伐率13%，C区：無間伐，各0.12ha）を設定し，26年間の成長を調査した。さらに，A区では41年生時に材積間伐率14%，B区では48年生時に材積間伐率29%の間伐が実施された。58年生時における各区の上位300本/haの材積はA区が最も大きかったが，A区で上位300本に含まれる下限の胸高直径はB区，C区よりも小さかった。これは，強度間伐によって初期に目標に近い本数にすることによって，当初の胸高直径が小さい個体を残すことになったためである。このことを考慮すれば，高齢林分で主伐時の収穫量を大きくするには下層間伐が有効である。また，32年生林分の強度間伐は，個体の直径成長を促進させる効果は認められたが，若齢林分に比べて間伐後の林分成長量の回復が難しく，A区の胸高直径3cm以上の材積は，B区において48年生時の間伐を実施しなかった場合の予測値とほぼ同じであった。したがって，弱度間伐と強度間伐では間伐効果に大きな違いがあったとは言えない。

キーワード：カラマツ，間伐，長伐期施業

はじめに

近年，カラマツ人工林では，伐期を延長し，より価値の高い大径材を生産する長伐期施業をめざす林分が増加している。このような林分のなかには，過密となっている高齢林分も多いと思われる。林齢30年を過ぎた林分に対して，どのような間伐を実施すれば，より直径の大きい材を生産することができるだろうか。30年生までのカラマツ林では間伐効果等についての報告が多いが（阿部・佐々木，1980；佐々木，1981；近藤・清和，1984；清和ほか，1987；福地，1991），高齢林分における成長量や間伐効果等の報告例は少ない。本報では，32年生時から26年間詳細に調査されてきた林分の成長経過の解析から，長伐期施業のための間伐方法について検討した。

試験地の提供，管理にあたって多大なご協力をいただいた新得町に感謝する。

方 法

試験地は，北海道十勝管内新得町の北海道立林業試験場道東支場構内と，隣接する新得町有林にまたがるカラマツ林である。標高200～250mの南向き斜面に位置している。1940年に3000本/ha植栽されたが，試験地設定時まで除間伐を行わず放置され（林・梶，1981），間伐遅れとなっていた林分である。37年生時およ

*北海道立林業試験場 Hokkaido Forestry Research Institute, Bibai, Hokkaido 079 - 0198

〔北海道林業試験場研究報告 第37号 平成12年3月, Bulletin of the Hokkaido Forestry Research Institute, No.37 March 2000〕

表 - 1 各試験区の間伐率

年月	林齢	A 区		B 区		C 区	
		本数 (%)	材積 (%)	本数 (%)	材積 (%)	本数 (%)	材積 (%)
1972 . 4	32	59	45	21	13	-	-
1980 . 11	41	20	14	3*	2*	-	-
1987 . 10	48	-	-	39	29	-	-
1998 . 2	58	32	27	30	26	1*	1*

* は、供試木伐採を示す

表 - 2 各試験区における本数と材積の推移

林齢	A 区			B 区			C 区		
	本数 (本/ha)	材積 (m ³ /ha)	平均胸高直径 (cm)	本数 (本/ha)	材積 (m ³ /ha)	平均胸高直径 (cm)	本数 (本/ha)	材積 (m ³ /ha)	平均胸高直径 (cm)
32	925	227	18.2	817	233	19.2	842	193	17.6
間伐後	383	125	20.8	642	193	20.1			
35	383	156	22.7	642	251	22.3	817	250	19.8
37	383	175	23.8	642	275	23.0	817	272	20.4
39	383	192	24.7	642	289	23.4	817	289	20.8
41	383	209	25.5	642	311	24.1	817	311	21.4
間伐後	308	179	26.2	625	305	24.2			
43	308	194	27.1	625	323	24.7	817	330	21.8
46	308	210	27.9	625	346	25.3	775	345	22.7
48	308	221	28.4	625	363	25.7	767	355	22.9
間伐後				383	259	27.6			
52	308	253	30.0	383	292	28.9	758	394	24.0
58	308	309	32.5	383	348	31.0	733	459	25.7
間伐後	208	225	33.7	267	258	32.0	725	453	25.7

び 58 年生時の樹高を猪瀬ほか (1992) の地位指数曲線にあてはめると、地位指数 22 で I 等地に区分される。1972 年 4 月に試験地を強度間伐区、弱度間伐区、無間伐区に区分し、0.12ha の 3 つの試験区 (A 区: 材積間伐率 45%, B 区: 材積間伐率 13%, C 区: 無間伐) が設定された。試験地設定以後、表 - 1 のとおり間伐が行われた。また、林・梶 (1981)、梶ほか (1981)、対馬 (1994) が成長量等について中間報告を行っている。

1972 年 4 月、輪尺によって 0.5 cm 括約で胸高直径 D (cm) が測定された。1975 年以降は秋に直径巻尺により 0.1 cm きざみで胸高直径が測定された。欠測木、明らかな誤測定は、前後のデータから比例配分して補完した。また、1976 年および 1997 年に樹高 H (m) を測定し、

$$H = a e^{(-b/D)} + 1.3$$

により樹高曲線を求めた。1976 年の樹高は、

$$H = 30.8843 e^{(-10.2243/D)} + 1.3$$

1997年の樹高は、

$$H = 31.0809 e^{(-8.02743/D)} + 1.3$$

で求められた。樹高曲線の定数 a および b は 1972 年から 1997 年まで直線的に変化すると仮定してそれぞれの胸高直径調査年の樹高曲線を作成し、中島（1943）の形数法によって材積を求めた。

間伐の目的を、目標径級以上のものをいかに多く生産したか（菊沢，1981）であるとすれば、間伐効果を検討するためには目標径級を設定する必要がある。本報では、胸高直径 3 cm，300 本/ha を目標として解析をおこなった。

結 果

本数と材積の推移

32 年生時の間伐前の平均胸高直径は、B 区が最大で、最も小さい C 区より 1.6 cm 大きかった（表 - 2）。A 区、B 区とも、いずれの間伐も小径木が多く伐採されており、下層間伐であったといえる（図 - 1）。C 区では、林分の成長にともなって上層木と下層木の集団がしだいに明瞭になってきており、二山型の分布になっている。また、A 区、B 区では枯損木はみられなかったが、C 区では下層木の枯損により本数が 14% 減少した。

図 - 2 に林分材積の連年成長量を示す。A 区では 32 年生時の強度間伐（材積間伐率 45%）によって B 区、

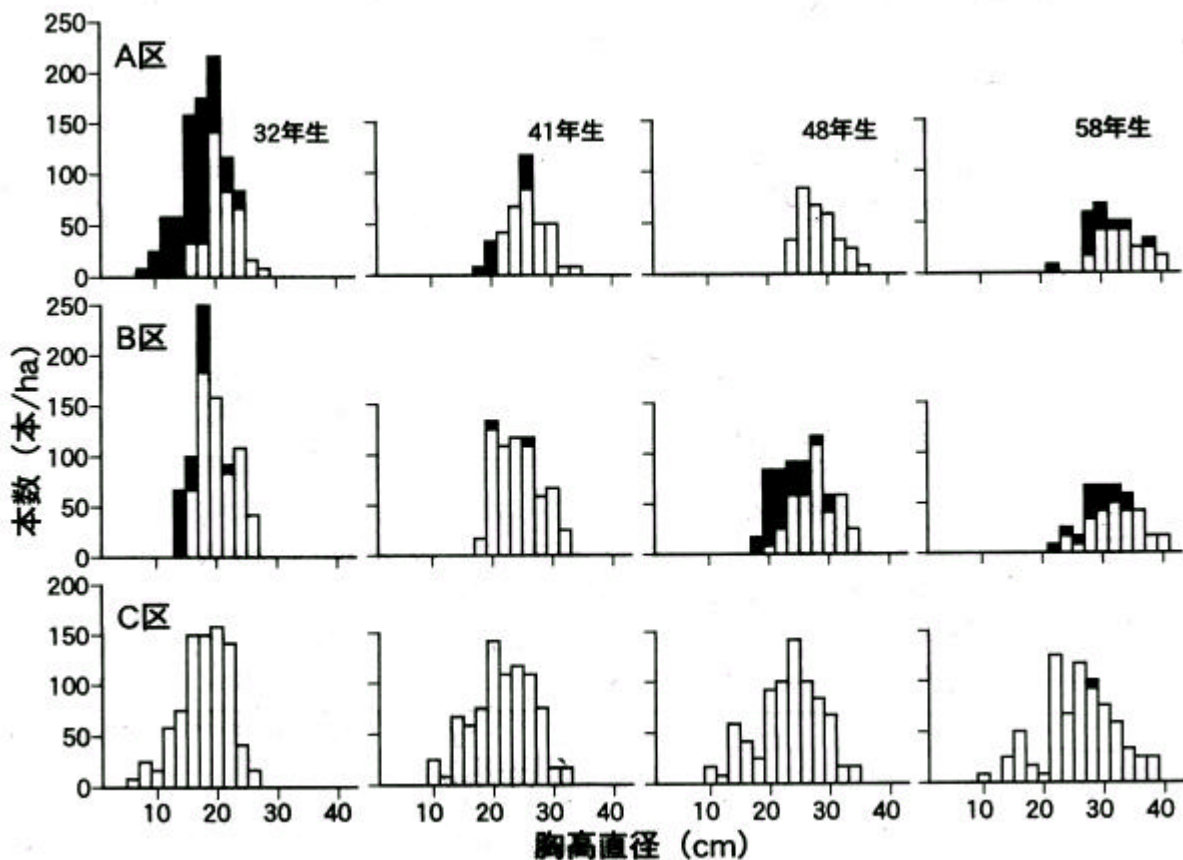


図 - 1 直径別本数分布
黒塗りは間伐木を示す。

C区よりも低くなり、26年後もC区より成長量が低い。B区では、48年生時まではC区とほぼ同じ成長量を示していたが、48年生時の間伐以降はC区よりも低い成長量にとどまり、10年後も回復していない。

間伐直後の林分、強度間伐された林分、過密な林分では耐風性が低いといわれているが（水井・畠山，1984）、本試験地では風害等は発生しなかった。

間伐効果

間伐の目的は、より大きな木を多く生産することである。どのような間伐方法が、この目的を達成するのに適していたかを、Y-N曲線を用いて検討してみよう。Y-N曲線では、横軸に大径木から順に積算した積算本数（N）、縦軸に積算材積（Y）が示され、次の逆数式で近似される。

$$1/Y = B/N + A$$

ここで、A、Bは定数である。

図-3Aは、試験地設定時（間伐後）と48年生時（間伐前）のY-N曲線を示している。試験地設定時のY-N曲線は、B区がA区よりも上にあり、大きな個体から順に同じ本数をみれば、材積はB区のほうが多かったことを示している。48年生時には、A区とB区のY-N曲線は交差しであり、強度間伐の効果によりA区で大径木の成長が促進されたことがわかる。無間伐C区は設定時にはA区、B区との違いは小さかったが、48年生時には、Y-N曲線が明らかにA区、B区よりも下方に位置している。

図-3Bは、48年生時（間伐後）と58年生時（間伐前）のY-N曲線を示している。48年生時にはA区

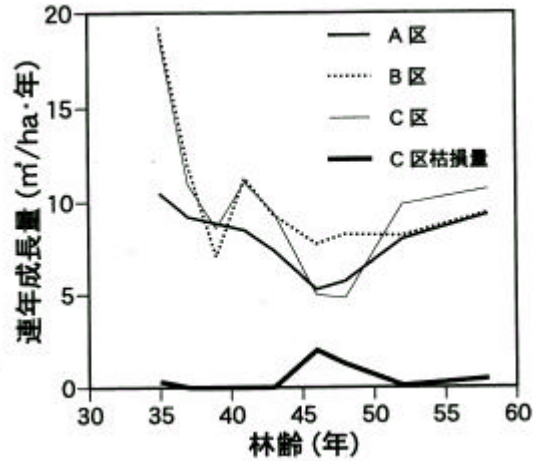


図-2 林分材積の連年生長量

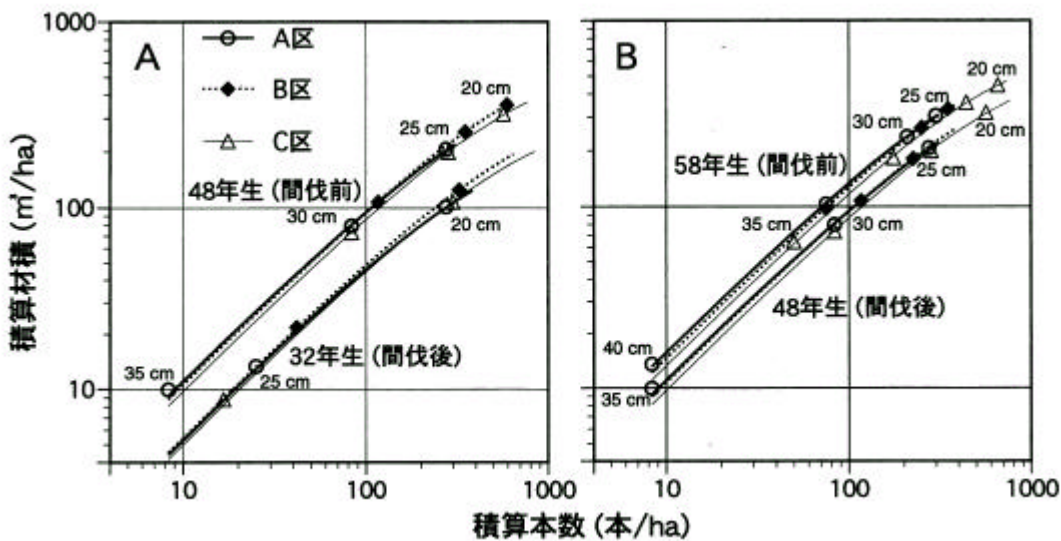


図-3 Y-N 曲線からみた間伐効果

図中の数字はその直径以上の木の本数と材積を示す。

表 - 3 林齢 48 年生時と 58 年生時の Y - N 曲線 $1/Y = B/N + A$ の定数

	A 区	B 区	B' 区 ¹⁾	C 区
48 年生				
A	0.001687	0.001461	0.001252	0.001407
B	0.8889	0.9140	0.9306	1.0138
林分成長量 (m ³ /ha)	88	89	107 ²⁾	104
58 年生				
A	0.001221	0.001097	-	0.001123
B	0.6260	0.6751	-	0.7439
58 年生時の推定値 ³⁾				
A	0.001194	0.001091	0.000972	0.001123
B	0.6291	0.6826	0.7224	0.8094

- 1) B' 区は、B 区において 48 年生時の間伐を行わなかった場合を示す。
- 2) C 区の粗成長量を用いた。
- 3) 48 年生時の Y - N 曲線と林分成長量から 58 年生時の値を推定した。

と B 区は交差していたが、58 年生時には A 区の総本数である 308 本まで、積算材積が B 区を上回っており、300 本/ha という目標本数では A 区の材積が最も大きかった。

B 区では、32 年生時の弱度間伐に加え、48 年生時にも間伐が行われている。したがって、32 年生時の弱度間伐後 58 年生までの成長と 48 年生時の間伐の効果を評価するためには、B 区で 48 年生時の間伐を行わなかった場合の成績について検討する必要がある。林分の成長による Y - N 曲線の移動を推定することにより、このような予測を行うことができる。個体材積成長量はその個体の材積に比例し、期間中の枯損はないものと仮定すると、Y - N 曲線は林分の成長によって垂直上方に移動し、その移動量は林分成長量で与えられる(菊沢, 1981)。

まず、48 年生時(間伐後)の Y - N 曲線の定数と 58 年生までの林分成長量から 58 年生時の Y - N 曲線の定数を推定し、58 年生時の実際の材積データから求めた定数と比較してみた。表 - 3 に示すように、枯損木が発生しているため推定の仮定が満たされない C 区を除き、ほとんど同じ値となっており、推定の精度は高いといえる。

次に、B 区の 48 年生時(間伐前)の Y - N 曲線から、間伐しなかった場合の 10 年後の Y - N 曲線を推定してみる。間伐は林分成長量を低下させると考えられるので、無間伐の C 区の粗成長量である 107 m³/ha を用いて計算した。林分成長量が間伐によって低下すると仮定しても、図 - 4 に示すように、積算本数 334 本までは間伐を実施した場合の Y - N 曲線が上方にあった。すなわち、48 年生林分においても、間伐によって林分全体の成長量は低下したとしても、大径木の成長を促進する効果はあったといえる。

この林分は、32 年生時の間伐以降、伐期 60 年で平均胸高直径 35 cm の大径材を 300 本/ha 生産することを目標として試験が実施されてきた(林・梶, 1981)。そこで、58 年生時における上位 300 本の成績を見てみ

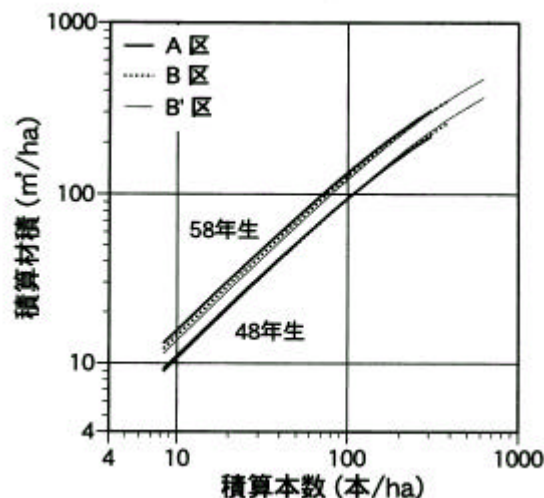


図 - 4 B 区で 48 年生時の間伐を実施しなかった場合の Y - N 曲線による予測

よう(表-4)。A区では林齢58年生で平均胸高直径32.8cmとなり、B区、C区に比べると当初の目標に近い成長量を確保することができた。A区では41年生時にもわずかに間伐を行っているが、少数の下層間伐であったことから、32年生時の強度間伐だけでも同様の結果が得られたものと思われる。

しかし、A区の上位300本では、B区、C区よりも小さい胸高直径27.1cmまで含まれている。そこで、つぎに間伐効果を、目標本数における材積ではなく、目標径級に達した個体の本数や材積で評価してみよう。

胸高直径30cm以上の本数は、A区が208本に対しB区が250本、材積はA区が236m³に対しB区は264m³であり、いずれもB区がA区を上回っている(表-5)。

胸高直径30cm以上の本数は、B区では間伐した場合250本であったが、このデータから近似したY-N曲線では210本となった。これは、直径階分布の形がY-N曲線の仮定と異なるためである。一方、48年生時の間伐をしなかった場合、胸高直径30cm以上の本数は220本と予想された。材積には48年生時の間伐の効果はほとんどみられなかった。これらの結果を、A区で同様にY-N曲線で近似した場合と比較すると、材積はいずれもほぼ同じであった。

以上の結果をまとめると、A区では少数のより太い材を生産することができる。また、B区では、48年生時の間伐の有無にかかわらず、胸高直径30cm以上の材積ではA区と同等かそれ以上の収穫が可能であるといえる。

表-4 林齢58年生時における上位300本/haの成績

	A区	B区	C区
材積 (m ³ /ha)	305	300	275
平均胸高直径 (cm)	32.8	32.6	31.3
下限の胸高直径 (cm)	27.1	27.5	27.3

表-5 林齢58年生時における胸高直径30cm以上の成績
括弧内はデータを近似したY-N曲線(表-3)から求めた値を示す。

	A区	B区	B'区 ¹⁾	C区
本数	208	250	-	175
(本/ha)	(201)	(210)	(220)	(186)
材積	236	264	-	183
(m ³ /ha)	(231)	(232)	(235)	(197)

1) B'区は、B区において48年生時の間伐を行わなかった場合を示す。

考 察

間伐木の選木方法

本報の試験地では、初期に目標に近い本数にまで間伐したA区では、個体の直径成長はB区、C区よりも良かったが、目標径級に達した本数・材積はA区よりB区のほうが多いという結果となった。これは、当初の胸高直径が小さい個体も主伐候補木として残すことになったためである。下層間伐は、全層間伐に比べて間伐効果は期待できないとされる(菊沢, 1981)。全層間伐の場合、残される下層木は、収穫を目標とするよりも、林分の耐風性などを考慮した副木としての意味が大きいだろう。高齢級林分における間伐では、残される個体が全て主伐木となるとすれば、下層間伐としたほうが、成長を促進する効果は小さいが収穫量が多くなると考えられる。

間伐強度

カラマツ15年生林分での強度間伐後2年間の林分成長量は間伐直後には無間伐、弱度間伐に比べて小さくなるが、その後2年間で回復することが報告されている(清和ほか1986)。本報では、32年生で強度間伐を行ったA区では、B区、C区よりも大径材を生産することはできたが、58年生までのほとんどの期間で林分成長量がB区、C区を下回っており、成長量を完全に回復することはできなかった。したがって、A区では伐採量と26年間の純成長量の合計は214m²/haであるのに対し、B区では265m²/ha、C区では266m²/haとなっている。

A区では32年生時の間伐によって林分成長量を長期間低下させる結果となっており、過度の間伐であったといえるだろう。B区では、48年生時に再び間伐を行っているが、この間伐をしなくても、胸高直径30 cm以上の材積ではA区と同等であると推定された。したがって、32年生時の間伐は、無間伐の場合よりも直径成長を促進させる効果はあったが、A区とB区では間伐効果に大きな違いがあったとは言えない。B区における48年生時の間伐も、直径成長を促進したが、胸高直径30 cm以上を目標とすれば、材積の増加には結び付かなかった。

長伐期施業のための間伐方法

大径材生産を行おうとする場合には、当初から疎仕立てとするほうがよい(福地, 1991)。また、強度間伐を行う場合、早期(3~4齡級)に行ったほうが効果が大きい(清和ほか, 1987)。高齡になってからの間伐は、上層木の直径成長を促進する効果は認められたが、間伐による成長量の低下を回復するのが難しくなり、収穫量の増加への効果は小さいといえる。過度の間伐になれば、目標径級を達成できる本数・材積としては弱度間伐の場合を下回ることになる。

高齡林分の間伐では、残した個体の多くが主伐木となるので、間伐方法の選択にあたっては、どのような林分をつくるのかを十分に考えなければならない。主伐時の収穫量を大きくするには、目標とする本数の大径木を残し、下層間伐するのが良いと思われる。適正な間伐強度を求めるには、さらに多くの事例について調査する必要がある。

文 献

- 阿部信行・佐々木信悦 1980 カラマツ人工林の間伐試験(Ⅰ)5年間の林分構造の推移と林分生長量．北林試研報 18:55-70
- 福地 稔 1991 カラマツ疎仕立て林分の成長と間伐効果．北林試研報 29:21-26
- 林善三・梶勝次 1981 カラマツ長伐期施業試験林の生長解析．日林論 92:241-242
- 猪瀬光雄・阿部信行・山根玄一・佐野真・石橋聡 1992 カラマツの地位指数曲線の改訂．北方林業 44:332-334
- 梶勝次・林善三・鈴木熙 1981 カラマツ長伐期施業試験林の生長：第一回目間伐後の最近5年間の生長．光珠内季報 50:21-25
- 菊沢喜八郎 1981 間伐効果に関する定量的研究(Ⅰ)収量-密度図を用いた分析．日林誌 63:51-59
- 近藤和男・清和研二 1984 カラマツ人工林の間伐試験()10年間の林分構造の推移と林分生長量．北林試研報 22:43-60
- 水井憲雄・畠山末吉 1984 カラマツ人工林の台風被害と耐風性．北林試研報 22:1-9
- 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
- 佐々木信悦 1981 カラマツ人工林の間伐試験()8年間の林分構造の推移と林分生長量．北林試研報 19:129-139
- 清和研二・浅井達弘・水井憲雄・菊沢喜八郎 1987 カラマツ人工林の間伐試験-強度間伐の有効性-．日林北支論 35:122-124
- 対馬俊之 1994 長伐期施業をめざした52年生カラマツ林の成長．日林北支論 42:226-228

Summary

Heavy-thinned plot (45%in volume), light-thinned plot (13%in volume) and unthinned plot were established at a 32-year-old Japanese larch (*Larix leptolepis* GORDON) stand at Shintoku, Hokkaido, and the growth of the stand were investigated for 26 years. The total volume of largest 300 trees/ha was largest at heavy-thinned plot, while the DBH (diameter at breast height) of 300th tree was smaller

than light-thinned plot and unthinned plot . The number of trees 30 cm in DBH at heavy-thinned plot was smaller than the expected at light-thinned plot where no thinning were carried out after 32-year-old thinning , because heavy thinning make trees with smaller DBH as trees of main crop . Therefore , thinning from below is effective to increase the yield of trees larger than target size . It is more difficult to recover the decrease of increment in stand volume after heavy thinning at older stands than at younger stands . Thus the difference in thinning effect was not distinct between light thinning and heavy thinning .

Key words : *Larix leptolepis* , long-rotation operation , thinning