

カラマツ人工林からの径級別素材生産予測

菅野 弘一 石河 周平

An Output Forecast of Each-Diameter-Group Logs from a Larch Plantation

Hirokazu KANNO

Shuuhei ISHIKO

An output forecast was made of the stand growth of a larch plantation on the basis of a model by computer simulation. The model was forecasted by regarding the distribution of the diameter of the stumpage as a normal distribution. When the distribution was changed owing to thinning, however, a model using the Weibull distribution, it was found, could better describe the actual state than the model using the normal distribution. For this reason, in our forecast we used a revised model using the Weibull distribution.

From our forecast using each site index, the volumes per hectare of logs from thinned trees and regenerated trees whose rotation age was 40 were 289m³ in SI-16, 408m³ in SI-20, and 528m³ in SI-24. Of all the logs, however, those whose diameter was from 30cm to 36cm amounted to 11.2% in SI-24, and to 7.4% in SI-28, and the majority of the output logs were less than 28cm in diameter.

コンピューター・シミュレーションによる、「カラマツ人工林の林分成長モデル」を用いカラマツ素材の径級別生産量の予測を試みた。

モデルの立木直径分布は、正規分布とみなし予測されているが、間伐などで立木の直径分布が変化する場合は、ワイブル分布の方が現実的と考えられるので、本予測ではモデルをワイブル分布で修正して用いた。

予測の結果を地位指数別にみると、主伐期40年で主、間伐木から生産されるha当たりの素材量は、地位指数16で289m³、20で408m³、24で528m³となるが、径級が30～36cmの素材は、地位指数24で11.2%、20で7.4%だけで、生産量の大部分は28cm以下の小中径材ということになる。

1 はじめに

カラマツ人工林材の総合利用モデル作成を目的に、カラマツ素材の径級別生産量の予測を試みた。現実的には、林分の地位、施業方法、間伐の仕方など様々で、不確定な要因が多く、直径階別立木の予測だけでも困難だが、一定の前提条件のもとで推定を行った。

予測には道立林業試験場で作成した、コンピュー

ター・シミュレーション(CS)による「カラマツ人工林の林分成長モデル」を使用した。成長モデルは、林分の地位指数(Site Index)24, 20, 16の3段階で、大径材の生産を目標とした主伐期60年、疎仕立施業、植栽本数2,500本/ha, 5年目までの除伐で2,050本/haのもので計算されている。主・間伐年とha当たりの主・間伐本数を第1表に示した。

成長モデルの立木直径分布は正規分布とみなし計算されている。正規分布は無間伐林の直径分布には良く適合するが、下層間伐で下位の直径階が消滅すると適合が悪くなり、一般的でないと思われる。カラマツ人工林の間伐は、現状では一般的に下層間伐が多いと考えられるので、間伐などで直径分布が変わっても、それに対応して、間伐後の分布も比較的良好に表現できる、といわれるワイブル分布^{2),3)}で、成長モデルを修正した。ワイブル分布は次式で表わされる。

$$f(x) = (c/b) (x/b)^{c-1} e^{-\{(x/b)^c\}}$$

$$x = \text{胸高直径}, b, c = \text{パラメーター}$$

なお、本研究の一部は日本木材学会支部研究発表会(昭和57年11月 旭川市)で報告した。

2 結果

2.1 胸高直径階別立木本数(ワイブル分布による)

主・間伐対象林齢分の胸高直径階別立木本数を、直径階2cm括約で推定した。(第1図)

2.2 胸高直径階別樹高と立木幹材積

成長モデルをもとに、樹高と胸高直径の回帰式⁴⁾
 $H = ae^{-\frac{b}{x}} + 1.3$ を用い、林齢別に樹高を求めた(第2図)。H = 樹高, x = 胸高直径, a, b = 常数。

一方、胸高直径と推定樹高から、主・間伐対象木の立木幹材積を形数法⁴⁾ $V = \left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot H \cdot \frac{F_1 + F_2}{2}$ で推定した(第2表)。V = 立木材積, D = 胸高直径, H = 樹高, F₁ = 樹高階別胸高樹幹形数, F₂ = 胸高直径階別胸高樹幹形数。

2.3 樹幹の形状と造材木

樹幹の形状を、狩勝峠日鉄道防雪林のカラマツについて調査した樹幹の細り式³⁾を用い推定した。

立木は単純に地上0.1mで伐採し、樹幹は力枝に関係なく3.7mで玉切って、最小直径6cmまで造材することとした。

成長モデルは60年を主伐期としているが、カラマツ人工林の伐期は長伐期になりつつも、道内カラマツ人工林の大半を占める民有林では、30年程度とみられている。そこで、予測を少しでも現実的にみるため、多少無理かも知れないが、成長モデルの条件は変えずに、

主伐期を40年に短縮し、主伐立木本数をha当たりSI16, 20, 24でそれぞれ700, 500, 400本として、径級別素材生産量を推計した(第3表), (第3図)。主伐期40年で、主伐木、間伐木から生産される素材の材積は、SI16, 20, 24のそれぞれで、289m³, 408m³, 528m³/ha, そのうち径級30~36cmの素材はSI20で7.4%, 24で11.2%あるが、残りは全部28cm以下で、その大半が小中径材ということになる。

一方、造材後の末木の量について、推計を行ってみた(第4表)。末口径6cmまで採材できるものを素材とし、それ以下を末木とし円錐の体積式、 $V = 1/3 \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot H$ で推計した。H = 長さ, d = 断面の無皮直径。

2.4 現実林分との対応

予測に用いた、いずれの地位指数条件も地域全体の現実林分に、対応させるのは難しいが、比較的類似した地位の林分が多いとみられる、十勝支庁管内のカラマツ人工林について、SI20の条件で径級別素材生産量を推計した(第5表)。(国有林、道有林は、それぞれに生産計画を立てていると思うが、管内全体同一条件で推計した。)

十勝支庁管内のカラマツ造林面積は約9万6千ha(1981年)あり、これを所有者別にみると民有林85%, 国有林125%, 通有林3%で、民有林が大部分を占めている。

造林面積は、民有林は道森林計画課が1981年6月、道有林は道有林管理室業務課が1982年3月に作成した資源構成表を用いた。なお国有林は1983年2月に該当営林署に依頼調査を行い、報告を受けたものを用いた(第6表)。

以上の予測計算は第4図の手順によって行った。

3. おわりに

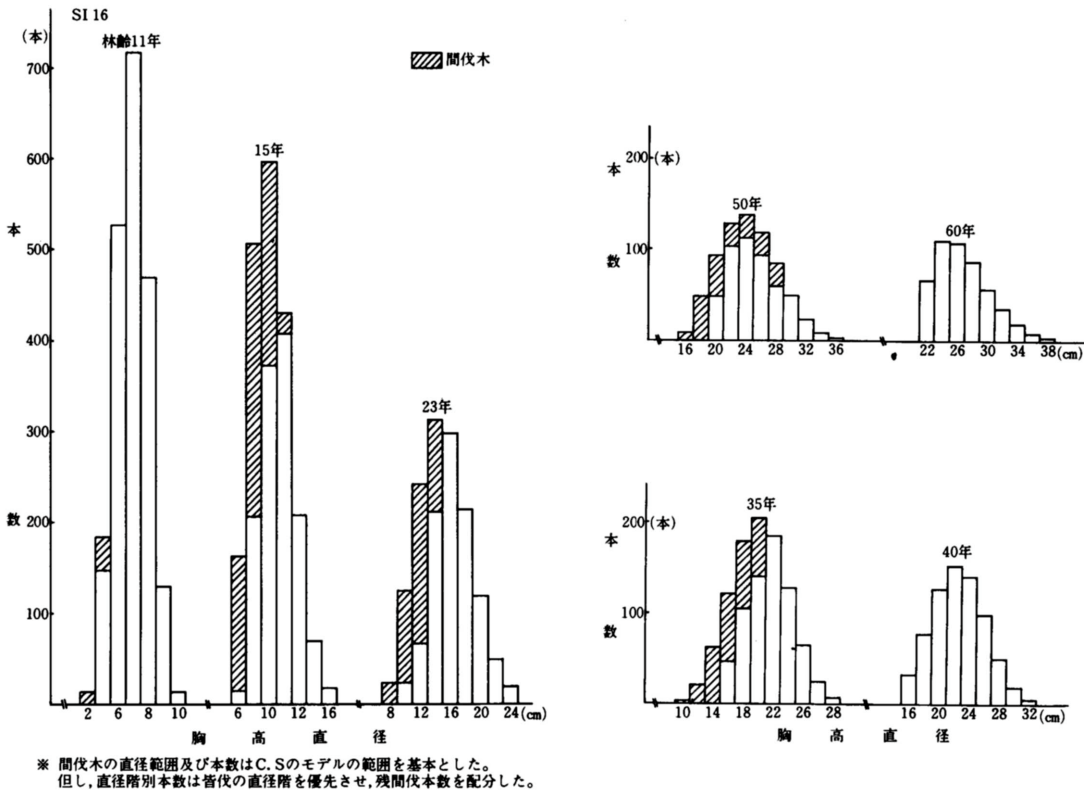
十勝支庁管内の生産予測は1980年以降の造林面積を考慮に入れていない。それは、今回の生産予測では一応40年先まで推定したが、予測値の利用としては10~20年先程度までが適当と判断をしたこと、20年生以下の間伐材からは素材として利用可能なものが少ないこ

と、そして今後の造林面積の推定が、種々な要因から困難なこと、などからである。

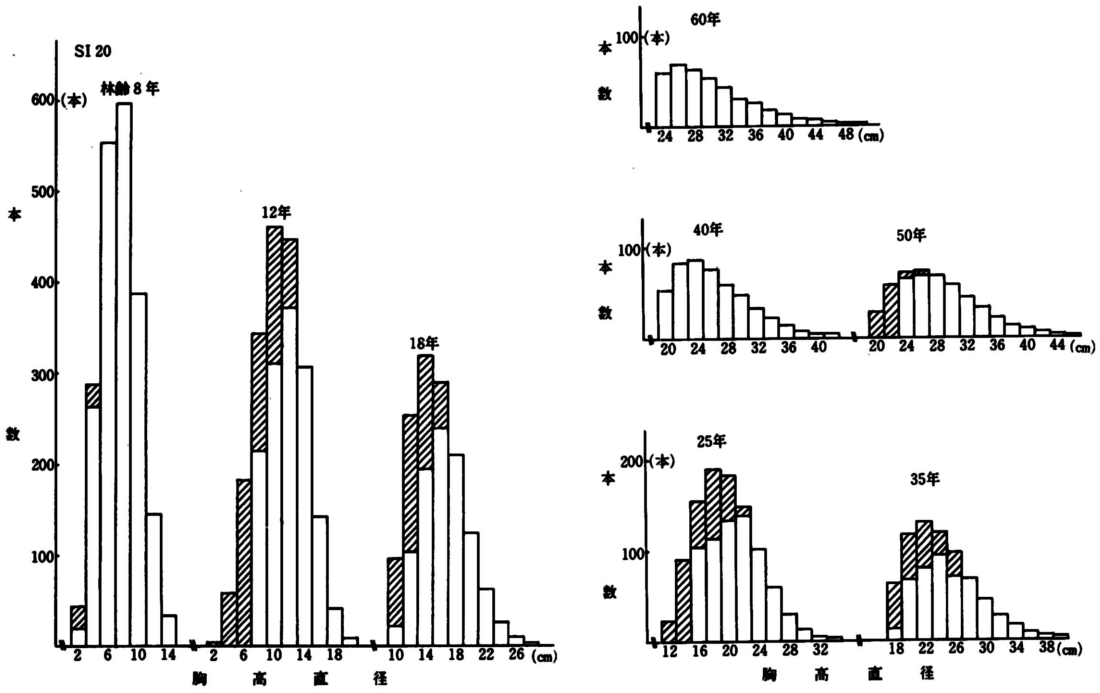
今回の予測にあたり、道立林業試験場の阿部道北支場長に多くの御助言、御指導を戴きました。国有林の造林面積については、十勝支庁管内の各営林署に御協力を戴きました。また計算業務について、当場の飯田、前田（典）研究職員の助力を得ました。ここに深く感謝の意を表します。

文献

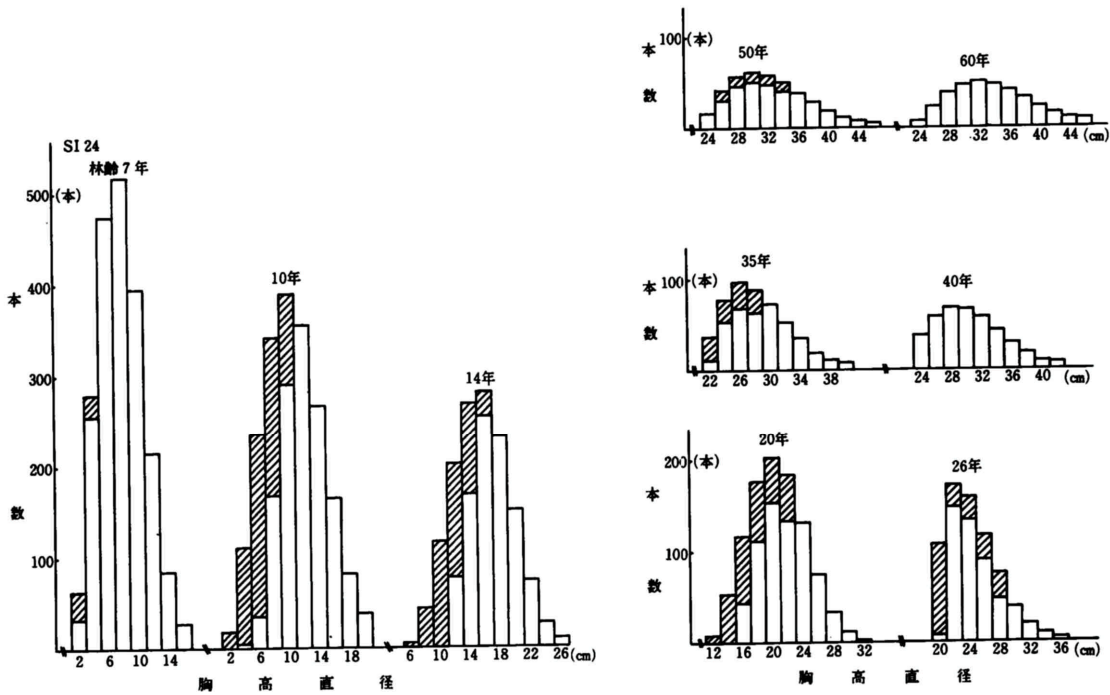
- 1) 小林正吾：カラマツ人工林の林分成長，北海道林業改良普及協会（1978）
- 2) 阿部信行：ワイブル分布の紹介とその利用例，光珠内季報，52，14（1982）
- 3) 北海道カラマツ対策協議会：カラマツ人工林の林分構成と施業実態に関する調査，18（1978）
- 4) 北海道カラマツ対策協議会：間伐設計に必要な計算ノート，季報14（1978）



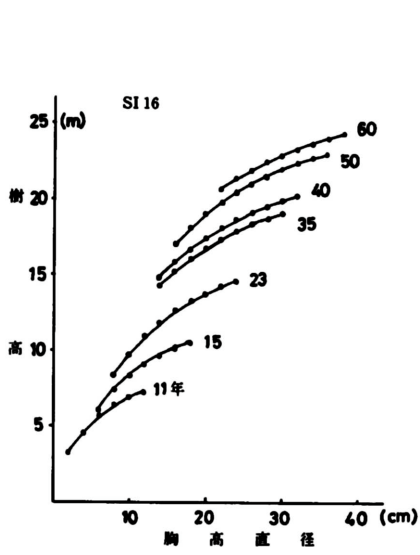
第1図 - 1 ワイブル分布による林齢別・胸高直径別立木本数（本 / ha）



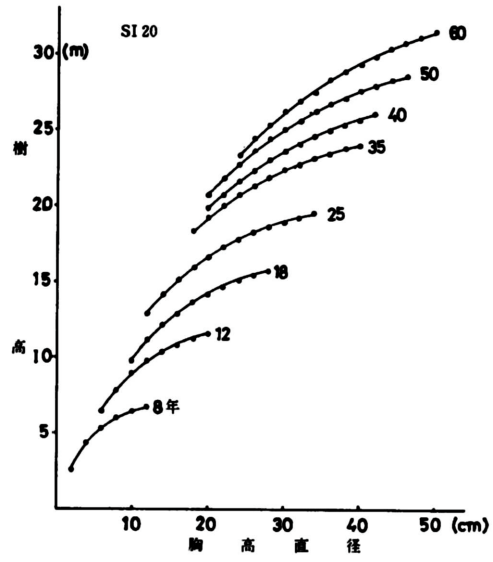
第1図 - 2



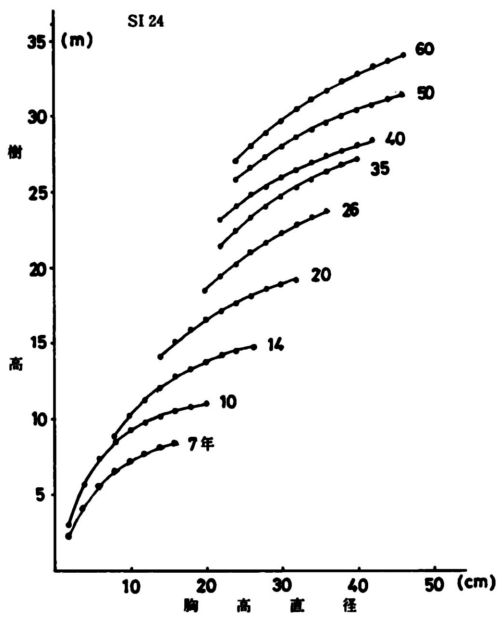
第1図 - 3



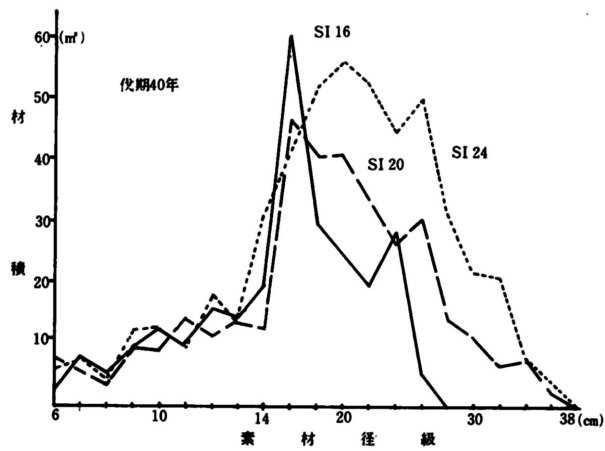
第2図-1 推定樹高曲線



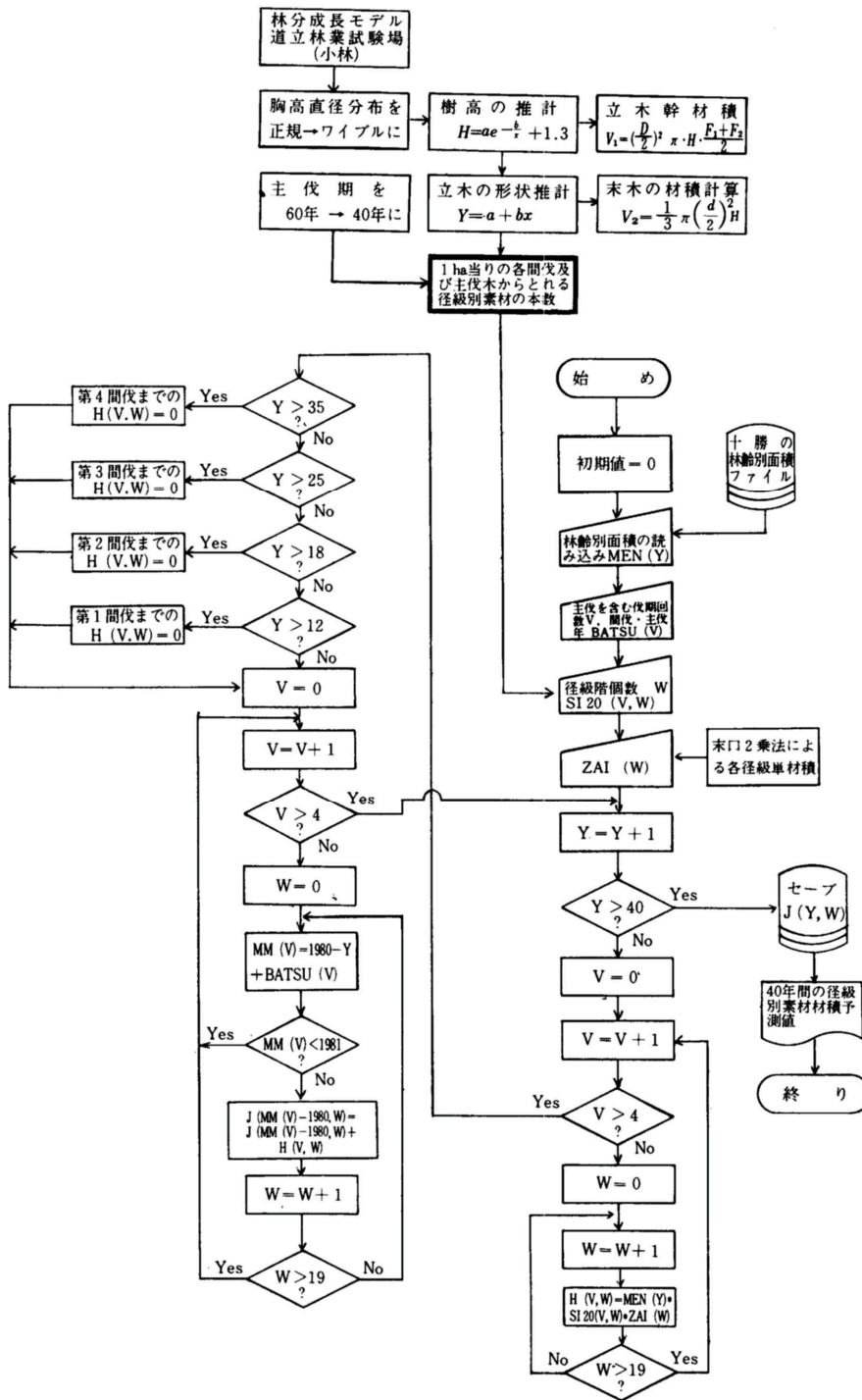
第2図-2



第2図-3



第3図 40年間で生産される径級階及び地位指数別素材量 (m³/ha)



第4図 計算プログラムの流れ - 地位指数20 -

第1表 地位指数(SI)別 主、間伐年と本数 (本/ha)

伐期(年)		SI			
		16	20	24	
間	7			50	
	8		50		
	10			600	
	11	50			
	12		600		
	14			400	
	15	600			
	18		400		
	20			300	
	23	400			
伐	25		300		
	26			200	
	35	300	200	100	
	50	200	100	50	
	主伐	60	500	400	350

第2表 主、間伐木の立木幹材積 (m³/ha)

伐期(年)		SI			
		16	20	24	
間	7			0.11	
	8		0.11		
	10			10.77	
	11	0.15			
	12		14.72		
	14			26.12	
	15	14.74			
	18		30.54		
	20			58.06	
	23	24.77			
伐	25		49.52		
	26			75.85	
	35	50.85	67.94	53.31	
	主伐	40	250.97	306.64	366.61

第3表-1 カラマツ人工林1ha 当たり径級別素材生産量 (3.65m)

SI = 16

N:本数

V:材積 (m³)

径級 (cm)	伐期 (年)	間 伐						主 伐		合 計	
		15		23		35		40			
		N	V	N	V	N	V	N	V	N	V
6						75	1.0	157	2.1	232	3.1
7		225	4.1	202	3.7	22	0.4	32	0.6	481	8.8
8		25	0.6			75	1.8	141	3.3	241	5.7
9				175	5.2	82	2.5	76	2.3	333	10.0
10						141	5.2	224	8.3	365	13.5
11				102	4.6	62	2.8	83	3.7	247	11.1
12						75	4.0	247	13.2	322	17.2
13						75	4.7	173	10.8	248	15.5
14						66	4.8	229	16.6	295	21.4
16						141	13.4	546	51.7	687	65.1
18								269	32.2	269	32.2
20								182	26.9	182	26.9
22								117	21.0	117	21.0
24								146	31.1	146	31.1
26								24	6.0	24	6.0
計		4.7		13.5		40.6		229.8		288.6	
		%		%		%		%		%	
6~7		87.2		27.4		3.4		1.2		4.1	
8~13		12.8		72.6		51.8		18.1		25.3	
14~18						44.8		43.7		41.1	
20~26								37.0		29.5	

第3表-2
SI = 20

伐期 (年)	間				伐				主 伐		合 計	
	12		18		25		35		40			
	N	V	N	V	N	V	N	V	N	V	N	V
6	131	1.7	152	2.0	61	0.8	75	1.0	87	1.1	504	6.6
7	150	2.7	200	3.6	23	0.4	50	0.9	23	0.4	446	8.0
8					75	1.7			132	3.0	207	4.8
9	75	2.3	200	6.0	114	3.4	50	1.5	15	0.5	454	13.6
10					100	3.7	75	2.8	203	7.5	378	14.0
11			125	5.5	102	4.5			5	0.2	232	10.2
12					75	4.0	75	4.0	222	11.8	372	19.7
13			50	3.1	50	3.1	100	6.2	34	2.1	234	14.5
14					125	9.0	125	9.0	221	15.9	471	33.9
16					61	5.7	125	11.6	357	33.2	543	50.5
18					11	1.3	75	8.9	285	33.6	371	43.8
20							50	7.3	254	37.1	304	44.4
22							25	4.4	180	31.9	205	36.3
24									137	28.8	137	28.8
26									134	33.1	134	33.1
28									54	15.4	54	15.4
30									37	12.2	37	12.2
32									20	7.5	20	7.5
34									19	8.0	19	8.0
36									5	2.4	5	2.4
計		6.7		20.2		37.6		57.6		285.7		407.7
		%		%		%		%		%		%
6 ~ 7		65.7		27.7		3.2		3.3		0.5		3.6
8 ~ 13		34.3		72.3		54.3		25.2		8.8		18.8
14 ~ 18						42.5		51.2		29.0		31.4
20 ~ 28								20.3		51.2		38.8
30 ~ 36										10.5		7.4

第3表-3

SI = 24

径級 (cm)	伐期 (年)		間				伐				主 伐		合 計			
			10		14		20		26		35		40			
	N	V	N	V	N	V	N	V	N	V	N	V	N	V	N	V
6	175	2.3	168	2.2	75	1.0	125	1.7	25	0.3	67	0.9	635	8.5		
7	100	1.8	200	3.6	8	0.2	25	0.5			11	0.2	344	6.3		
8					64	1.5	25	0.6			75	1.8	164	3.9		
9			152	4.6	61	1.8			25	0.7	96	2.9	334	10.0		
10					125	4.6	25	0.9	50	1.9	59	2.2	259	9.6		
11			100	4.5	103	4.6	100	4.5			43	1.9	346	15.5		
12			27	1.4	64	3.4	25	1.3	25	1.3	97	5.2	238	12.6		
13					75	4.7	50	3.1			124	7.8	249	15.6		
14					164	11.9	125	9.0	50	3.6	127	9.2	466	33.7		
16					50	4.7	150	14.2	100	9.5	158	15.0	458	43.4		
18					50	6.0	75	9.0	75	9.0	270	32.4	470	56.4		
20							75	11.1	50	7.4	285	42.2	410	60.7		
22							25	4.5	50	9.0	241	43.2	316	56.7		
24							25	5.3	25	5.3	176	37.5	226	48.1		
26											216	54.0	216	54.0		
28											117	33.9	117	33.9		
30											71	23.6	71	23.6		
32											60	22.7	60	22.7		
34											20	8.6	20	8.6		
36											9	4.3	9	4.3		
計		4.1		16.3		44.4		65.7		48.0		349.5		528.0		
6~7		%		%		%		%		%		%		%		
8~13		100		35.6		2.7		3.3		0.6		0.3		2.8		
14~18				64.4		46.4		15.9		8.2		6.2		12.7		
20~28						50.9		49.0		46.0		16.2		25.3		
30~36								31.8		45.2		60.3		48.0		
												17.0		11.2		

第4表 主、間伐木からの末木出材量 (m³/ha)

伐期(年)		SI	16	20	24
間	7				0.1
	8			0.1	
	10				7.3
	11		0.2		
	12			7.0	
	14				2.7
	15		6.5		
	18			4.7	
伐	20				3.5
	23		4.9		
	25			3.0	
	26				1.2
	35		3.2	1.2	0.9
	主伐	40		7.5	5.0
合計			22.3	21.0	20.4

第5表 十勝支庁管内の所有者別、年別及び径級別カラマツ素材生産量予測

年	所有者	径級 (cm)					計	
		6 7	8 13	14 18	20 28	30 36	%	千m ³
1981 1985	民有林	19.1	45.5	21.4	11.8	2.2		1,237
	国有林	17.0	48.3	20.8	11.5	2.4		184
	道有林	9.1	52.1	36.9	1.6	0.3		42
	計	18.5	46.1	21.8	11.5	2.1	100	1,463
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		
1986 1990	民有林	13.1	46.9	26.9	11.5	1.6		1,886
	国有林	10.1	52.0	33.6	4.2	0.1		230
	道有林	7.9	36.4	40.0	15.0	7.7		76
	計	12.6	47.1	28.1	10.8	1.4	100	2,192
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		
1991 1995	民有林	4.4	29.7	33.9	27.1	4.9		3,386
	国有林	3.2	26.2	35.5	29.8	5.3		458
	道有林	1.9	15.7	33.3	41.4	7.7		285
	計	4.1	28.4	34.0	28.4	5.1	100	4,129
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		
1996 2000	民有林	2.1	21.1	35.3	35.2	6.3		4,672
	国有林	1.8	17.4	35.8	38.3	6.7		729
	道有林	1.1	12.6	31.2	46.0	9.1		303
	計	2.0	20.2	35.1	36.1	6.6	100	5,704
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		
2001 2005	民有林	1.3	14.7	34.7	41.6	7.7		6,443
	国有林	1.0	12.2	32.6	45.5	8.7		1,159
	道有林	1.1	13.7	33.3	43.6	8.3		156
	計	1.3	14.3	34.4	42.2	7.8	100	7,758
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		
2006 2010	民有林	0.9	11.1	32.3	46.7	9.0		8,415
	国有林	0.8	10.3	31.2	48.2	9.5		943
	道有林	0.9	11.0	32.2	46.9	9.0		144
	計	0.9	11.0	32.2	46.8	9.1	100	9,502
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		
2011 2015	民有林	0.8	10.0	30.7	48.8	9.7		6,696
	国有林	0.8	10.1	30.9	48.7	9.5		495
	道有林	0.9	10.6	31.5	47.7	9.3		114
	計	0.8	10.0	30.8	48.8	9.6	100	7,305
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		
2016 2020	民有林	0.5	8.7	29.0	51.2	10.6		2,565
	国有林	0.5	8.7	29.0	51.2	10.0		203
	道有林	0.5	8.7	29.0	51.2	10.6		64
	計	0.5	8.7	29.0	51.2	10.6	100	2,832
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		

第6表 十勝支庁管内カラマツ人工林造林面積 (1981年)

-民有林-					
(ha)					
林齢 年齢	1	2	3	4	5
1	1,245.32	1,417.12	1,768.48	2,158.00	2,394.04
2	3,056.04	3,177.64	3,781.60	5,334.68	6,294.28
3	6,002.08	5,821.80	5,472.72	4,258.20	3,568.32
4	4,266.20	3,290.44	2,781.08	2,889.92	3,106.40
5	2,068.60	2,042.64	1,979.00	1,654.72	2,180.68
6	1,555.80	1,287.72	1,117.04	858.68	663.00
7	310.96	157.32	147.20	125.40	297.32
8	133.88	228.12	271.20	158.96	121.24
9	140.88	57.16	38.20	21.40	20.60
10	4.88	3.64	6.60	1.56	6.92
11	14.04	0.76	0	0.36	0
12	1.72	4.80	0	0	28.76

-国有林-					
林齢 年齢	1	2	3	4	5
1	104.97	112.00	158.00	201.82	134.00
2	122.00	100.00	498.00	356.13	516.00
3	564.58	670.89	533.00	667.46	545.52
4	617.59	685.99	671.61	662.04	729.12
5	530.78	577.71	276.53	164.12	92.65
6	265.97	162.29	298.34	71.99	4.40
7	1.54	0	0	0	0
8	145.00	0	0	0	0
9	0	0	0	0.66	0
10	0	0	0	0	393.00

-道有林-					
林齢 年齢	1	2	3	4	5
1	10.08	45.76	60.40	44.32	57.12
2	61.12	87.52	57.60	40.16	106.40
3	121.60	118.24	90.24	60.80	41.12
4	23.52	1.60	0	188.96	217.12
5	176.96	155.84	149.44	212.32	223.20
6	211.68	248.32	177.76	75.84	21.28
7	13.44	4.80	0	0	0
8	0	3.20	0	0	0

- 試験部 経営科 -
(原稿受理 昭58, 5.20)