HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北海道大学和歌山地方演習林における無節柱材生産のためのスギ・ヒノキの枝打ち時期ならびに伐期齢の検討
Author(s)	湊, 克之; 山ノ内, 誠
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 43(1), 27-41
Issue Date	1986-02
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/21171
Type	bulletin (article)
File Information	43(1)_P27-41.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北海道大学和歌山地方演習林における無節柱材生産のためのスギ・ヒノキの枝打ち時期ならびに伐期齢の検討*

湊　克之**・山ノ内　誠**

Some Investigations of the Optimum Ages for Pruning and the Final Yield to Produce Knot-free-faced Boxed Hearts from Japanese Cedar and Japanese Cypress Planted in Wakayama Experiment Forest, Hokkaido University*

By

Katsuyuki MINATO** and Makoto YAMANOUCHI**

要　旨

北海道大学和歌山地方演習林では，スギ・ヒノキ人工林から無節柱材を生産する場合の施業技術体系を確立するための実験を行っている。

この研究は，スギ・ヒノキ人工林の生長状態を調査することによって，この人工林から生産される用材が無節柱材となるために必要な枝打ちの適期と，柱となるために必要な末口直径と材長を得るための最適の伐期齢を明らかにすることを目的とした。

その生長調査結果を統計的手法により検討し，一辺10.5 cm，材長4 mの無節柱材を生産するための枝打ちの適期は，スギ・ヒノキとも植栽後7年目に始まり，以後スギでは9年目，12年目，またヒノキでは，9年目，12年目，15年目であるとの結果を得た。

また最適の伐期齢は，スギ林では37年，ヒノキ林では42年となったが，スギ・ヒノキ混交林では，スギから柱材2本の収穫が可能となる46年であるとの結果を得た。

キーワード： スギ・ヒノキ，無節柱材，枝打ち，伐期齢

目　次

まえがき …… 28
I. 調査方法 …… 28

* 1985年8月30日受理　Received August 30, 1985.

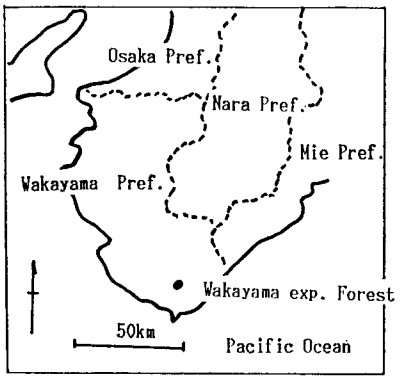
** 北海道大学農学部附属演習林
** Experiment Forests, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.

1. 調査対象人工林の概況 …… 28
2. 調査プロットの設定 …… 29
1) 調査位置の選定 …… 29
2) 調査プロットの面積 …… 29
3. 調査項目 …… 29
II. 調査結果 …… 29
III. 調査結果の検討 …… 35
1. 生長に影響を及ぼす要因の作用について …… 35
2. 林齢毎の生長状況 …… 37
3. 枝打ち適期について …… 38
1) 枝打ち開始期 …… 38
2) 枝打ちの作業基準 …… 38
4. 収穫の適期について …… 39
1) 収穫時の元玉材長3mおよび6mの末口直径の推定 …… 39
2) 収穫の適期 …… 40
3) 柱用材の収得率 …… 40
まとめ …… 40
文献 …… 41
Summary …… 41

まえがき

紀伊半島の南端にある北海道大学和歌山地方演習林では，1981（昭和56）年に，スギ（*Cryptomeria japonica* D. Don）・ヒノキ（*Chamaecyparis obtusa* Sieb. et Zucc.）人工林の林齢40年前後の立木から，無節柱材を生産する場合の合理的な施業技術体系を確立するための実験施業を，短伐期施業実験[1]と名付けて開始した。

この実験施業では，無節柱材を得るための枝打ちの作業基準と伐期齢を知ることが最も主要な検討事項である。そのため，1980年2～4月にかけて本演習林のスギ・ヒノキ人工林の生長状況の調査を実施し，その結果にもとづいて無節柱材を得るための枝打ち作業と伐期齢について検討したので報告する。



図—1　和歌山地方演習林の位置
Fig. 1. Location of Wakayama exp. forest.

I. 調査方法

1. 調査対象人工林の概況

調査対象となったスギ・ヒノキ人工林のある北海道大学和歌山地方演習林は，図-1にしめすように和歌山県東牟婁郡古座川町平井（東経135°40′，北緯33°40′）に位置し，標高は240mから842mの範囲にある。地

質は古第三紀層に属し，砂岩および砂岩・泥岩の互層よりなっている。森林土壌は，適潤性褐色土壌が大半を占めている。気候は1971～1980年の記録で，年平均気温は15.4°C，最高および最低はそれぞれ36.8°C，−6.9°C，年間降水量の平均は3,761 mmで，森林植物帯上暖帯北部に属している。

本演習林のスギ・ヒノキの人工林は，演習林の設置（1925年）以前に植栽されていた一部分を除いて，1927年から天然生広葉樹林をスギ・ヒノキ林に転換する方針[2]で造成されたものである。調査時の1980年現在の森林面積は，演習林の総面積約430 haの75%近くとなっている。そのうち再造林面積は20%近くになっている。

調査対象となった人工林の主な育林方法は，土壌が深く水分が多い凹地形の林地にはスギを，岩石地や風衝地の多い凸地形の林地にはヒノキを植栽しているために，スギ・ヒノキの小面積の群状混交林となっている。植栽本数は2～3年苗畑で育苗した実生苗を，ha当り4,000本程度を植え込み，その後の手入れ等は植栽後6年間は下刈りを，7年目に蔓切・除伐を，10, 15, 20年目に枝打ちを，20年目前後に除伐・間伐をおこない，40年前後で収穫する方法をとってきている。その他，この人工林についての既往の顕著な被害等は特に報告されていない。

2. 調査プロットの設定

1) 調査プロット位置の選定

調査プロットの位置は，主として林齢別に設定したが，同一林齢の林分内でスギ・ヒノキの混交割合や地形に大きな違いがある場合には，その違い別にもプロットを設定した。

このようにして，143個のプロットを設定した。

2) 調査プロットの面積

各調査プロットの中に入る森林は，同年齢で，またスギ・ヒノキ2種類の人工林であり，天然生林に比べて立木の個体差が小さく，立木本数が密なこと等から，プロットとしては，比較的小面積で，区域設定作業も簡単な直径20 mの円形プロット（面積0.0314 ha）を採用した。

3. 調 査 項 目

プロット内の調査は全生立木について，樹高・樹種・胸高直径を調査した。その他に枝打ち開始の適期を検討するために根元直径（地上0.3 m）を，また枝の打上げ幅や，柱材の末口直径を知るために，枝打ち回数毎の枝の打上げ高さと，その高さでの樹幹直径（枝打回毎の境界が明確でないものについては，地上3.0 m，6.0 mの高さでの直径）を梯子を使って測定した。

また，プロットの中心位置での標高，斜面の方位と勾配，地形を記録した。

II. 調 査 結 果

調査は，1980年1月21～23日，3月18日～4月18日におこなった。各プロット毎にまとめた生長の調査結果を表-1に示す。また樹種別に林齢毎にまとめた結果を表-2に示す。またスギの樹高・胸高直径と林齢との関係をそれぞれ図示すると図-2, 3となる。

表—1 プロット毎にまとめた調査結果

Table 1. Results summarized by each plot

(1) Plot No.	(2) Stand age (years)	(3) Altitude (m)	(4) Mixture rate of ceder (%)	(5) Landform (1=concave, 2=flat,3=convex)	(6) Degree of slope (degree)	(7) Growing stocks (m^3/ha)	(8) Stand density (stems/ha)	(9) D.B.H (cm)	(10) Tree height (m)	(11) Basal diameter (cm)	(12) Stem diameter at the height of first pruning (cm)	(13) Tree height at first pruning (m)	(14) Stem diameter at the height of second pruning (cm)	(15) Tree height at second pruning (m)	(16) Direction of land slope*
1	66	315	100	1	30	655	1115	26.7	22.0	32.3	24.3	3.0	22.2	6.0	2
2	67	305	100	1	25	527	955	26.1	22.2	32.5	23.7	3.0	21.5	6.0	2
3	65	345	100	1	35	823	1051	32.1	21.5	37.3	29.2	3.0	26.1	6.0	1
4	59	445	100	1	26	582	1401	24.1	19.4	27.5	21.4	3.0	19.3	6.0	3
5	50	470	100	1	42	494	1529	20.4	19.9	24.1	18.6	3.0	16.8	6.0	3
6	43	545	100	1	22	574	1656	22.2	18.5	25.6	20.0	3.0	17.8	6.0	5
7	43	625	84	3	20	240	1624	16.7	13.2	19.0	14.9	3.0	13.1	6.0	4
8	43	640	89	2	39	547	1834	17.7	15.4	20.4	15.7	3.0	13.6	6.0	6
9	43	690	0	2	20	411	1879	19.4	14.8	22.5	17.6	3.0	15.1	6.0	4
10	42	330	66	1	40	323	1401	20.1	14.8	23.8	18.2	3.0	15.7	6.0	4
11	42	470	0	2	10	369	1975	18.8	13.3	22.7	17.4	3.0	15.1	6.0	1
12	42	580	0	2	30	423	1879	19.0	15.7	22.9	17.5	3.0	15.6	6.0	1
13	41	440	2	2	35	316	1433	18.6	15.0	22.5	17.6	3.0	15.6	6.0	2
14	41	430	100	1	35	507	1146	24.9	19.1	28.8	22.1	3.0	20.0	6.0	3
15	41	500	0	3	41	320	1656	18.7	14.0	22.6	17.2	3.0	15.2	6.0	4
16	38	480	17	2	35	353	1847	19.5	12.7	23.8	17.1	3.0	14.5	6.0	6
17	38	425	92	1	43	396	1688	18.6	13.8	21.4	16.6	3.0	15.5	6.0	5
18	37	400	84	2	40	302	1943	17.7	12.9	20.5	15.4	3.0	13.7	6.0	6
19	37	540	67	1	12	344	1656	19.4	14.4	23.0	17.3	3.0	15.3	6.0	5
20	25	365	42	1	40	160	1561	15.3	11.1	17.8	13.6	3.0	13.1	6.0	2
21	25	510	79	2	40	183	2420	13.8	10.1	16.4	12.1	3.0	11.7	6.0	1
22	25	500	90	2	40	158	1847	13.9	10.4	15.4	12.6	3.0	11.7	4.7	1
23	24	555	88	2	42	203	2389	13.8	11.5	15.4	12.5	3.0	10.7	5.8	2
24	24	640	100	1	32	295	2962	14.3	12.6	16.2	12.5	3.6	—	—	1
25	24	575	11	1	27	204	2548	14.0	10.6	16.2	12.4	3.0	10.1	5.6	1
26	24	665	32	2	20	197	3408	12.5	9.6	14.2	11.0	3.0	9.4	4.8	1
27	23	695	99	2	32	165	3089	12.3	8.9	14.6	11.6	2.2	—	—	2
28	23	700	79	2	40	196	2739	13.7	10.0	15.7	12.5	2.5	—	—	3

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
29	23	755	100	1	25	267	2611	15.4	11.3	18.8	13.5	3.0	—	—	2
30	23	760	0	3	30	128	2898	12.8	7.4	15.0	11.9	1.9	—	—	1
31	23	765	3	3	40	111	2771	12.9	6.7	15.8	12.2	1.8	—	—	2
32	22	530	100	1	35	200	2452	13.7	12.8	15.1	12.2	3.0	10.5	6.1	1
33	22	590	87	2	42	165	2866	12.3	10.8	13.8	11.4	2.6	9.5	5.9	1
34	22	670	88	2	35	212	2739	13.9	10.3	15.5	12.6	2.9	9.3	6.4	2
35	22	770	97	2	17	196	2994	12.4	9.1	13.9	10.9	2.6	—	—	1
36	22	735	16	3	36	116	3121	11.7	7.3	13.3	10.6	2.3	9.1	4.6	1
37	22	785	11	3	32	140	3185	12.3	8.0	14.5	10.7	2.7	8.9	5.0	8
38	21	470	49	2	30	133	2516	12.0	9.6	13.8	10.0	2.9	8.6	5.7	4
39	21	485	13	2	32	102	2134	12.0	8.4	14.2	11.0	2.6	8.5	5.3	4
40	21	470	100	1	40	351	3376	14.7	12.1	16.0	13.0	3.2	12.1	6.1	5
41	21	575	61	2	40	165	3599	10.6	9.6	12.5	10.1	2.9	10.0	5.2	4
42	20	475	96	1	37	236	2325	14.5	12.6	16.3	13.1	3.0	10.7	6.3	3
43	20	625	100	2	30	294	4650	12.1	11.1	13.4	10.4	4.0	9.1	6.0	4
44	20	595	43	3	30	189	3535	11.9	9.9	13.7	11.0	3.0	—	—	4
45	19	605	49	2	37	176	3217	11.6	10.5	13.3	10.6	3.0	8.0	5.9	2
46	19	640	34	2	32	160	3790	11.9	7.7	13.4	10.6	2.2	7.9	4.6	5
47	19	710	28	3	25	113	4713	8.8	7.1	10.2	8.4	2.0	—	—	3
48	19	705	20	2	30	146	3503	12.2	7.4	15.5	11.3	1.9	8.7	4.6	5
49	18	485	9	2	40	120	3513	11.4	7.8	13.7	10.0	2.4	8.0	4.8	8
50	18	545	0	3	35	90	2994	11.2	6.6	13.4	10.1	2.0	7.6	4.5	1
51	18	385	86	1	40	241	1707	14.2	11.8	16.2	12.3	3.5	10.8	5.8	5
52	17	415	10	1	31	103	3248	9.8	8.1	11.0	9.0	3.0	7.0	5.4	8
53	17	380	98	2	40	144	4013	11.0	7.9	12.7	9.5	2.6	7.7	4.8	2
54	17	460	65	2	32	118	3344	11.2	7.3	13.2	9.9	2.4	—	—	3
55	17	440	98	1	18	174	4140	10.9	9.4	12.0	9.5	2.9	8.7	4.9	2
56	16	570	93	2	42	164	3057	12.7	8.8	15.2	11.6	2.0	8.8	4.8	2
57	16	500	11	2	42	87	2803	10.7	7.9	13.2	9.7	1.9	7.7	4.7	8
58	16	610	3	2	35	100	3631	10.6	6.7	14.1	9.7	1.9	7.4	4.6	3
59	16	625	32	3	40	77	3376	9.7	6.6	11.3	8.9	1.9	7.1	4.8	1
60	16	620	89	3	37	128	2994	11.0	8.4	12.1	8.8	4.0	—	—	4
61	16	620	46	3	30	149	3758	11.1	8.1	12.7	10.4	1.9	6.9	4.7	3
62	15	510	25	2	45	132	4427	10.5	7.2	13.2	10.1	1.9	6.8	4.7	3
63	15	495	25	2	40	95	3217	10.5	7.2	13.1	10.3	2.0	6.8	4.7	2
64	15	400	100	2	33	94	3217	10.2	7.3	11.7	9.7	2.0	6.1	4.7	3
65	15	550	88	1	35	208	2898	13.2	10.3	15.1	10.0	2.6	—	—	5
66	15	540	97	1	40	215	3057	13.2	10.3	15.1	11.8	2.8	—	—	5

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
67	15	380	100	1	35	196	2962	13.2	9.8	14.8	11.9	2.7	8.7	5.8	5
68	14	550	90	2	30	166	3567	11.7	8.8	13.2	10.3	2.8	—	—	5
69	14	710	62	3	20	101	4172	9.7	6.6	11.4	9.4	1.7	—	—	6
70	14	615	60	2	25	193	4268	11.7	8.1	13.9	10.3	2.6	—	—	6
71	14	625	26	2	25	108	3790	10.0	7.2	12.1	9.5	2.0	—	—	7
72	14	525	89	3	30	118	3312	10.3	8.6	11.9	9.5	2.0	7.0	4.9	2
73	14	545	76	2	30	155	3057	11.6	9.8	12.9	9.7	2.4	7.9	4.9	3
74	14	565	54	3	30	110	2930	11.0	8.1	12.9	9.4	2.0	7.0	4.4	3
75	13	605	55	2	35	104	3854	9.8	6.9	12.0	8.6	2.5	—	—	7
76	13	580	73	2	42	130	3312	11.3	7.7	13.3	9.9	2.8	—	—	6
77	13	550	48	2	40	125	3344	11.0	7.6	13.0	9.1	2.7	—	—	6
78	13	400	100	2	40	178	3599	11.8	9.4	13.4	9.8	3.6	—	—	5
79	13	590	80	3	40	54	3885	7.7	6.2	9.3	6.8	1.8	—	—	3
80	13	580	91	2	40	73	3344	8.4	7.7	9.6	7.7	2.0	—	—	1
81	13	650	15	3	15	65	3471	8.7	6.2	10.5	7.2	1.9	—	—	2
82	12	760	37	3	28	94	4841	9.1	6.0	10.9	8.5	1.7	—	—	6
83	12	710	74	2	38	162	5191	10.2	7.2	11.7	9.1	2.2	—	—	5
84	12	740	24	3	37	69	3344	9.4	5.4	11.6	—	—	—	—	4
85	12	610	90	1	41	141	3185	11.7	7.6	13.6	10.5	2.2	—	—	6
86	12	530	6	3	40	28	3439	6.1	5.3	8.1	7.1	1.3	—	—	2
87	12	520	49	2	35	44	2962	7.7	5.9	9.7	8.1	1.5	—	—	2
88	12	615	95	1	8	125	2994	11.0	8.5	12.5	8.6	2.9	—	—	3
89	11	445	6	3	42	58	3312	9.0	5.6	11.2	7.7	1.9	—	—	4
90	11	595	93	1	40	118	3185	10.5	7.6	12.4	8.7	2.6	—	—	5
91	11	600	11	3	36	68	3376	9.5	5.6	11.8	8.3	2.0	—	—	6
92	11	620	98	2	40	91	2898	10.2	7.3	11.9	9.1	2.4	—	—	4
93	11	515	52	2	30	36	3280	7.2	5.7	9.2	7.5	1.4	—	—	2
94	11	495	73	2	40	35	3312	6.6	5.9	8.0	7.1	1.4	—	—	2
95	11	610	52	1	10	70	4045	7.9	6.1	9.5	7.2	2.2	—	—	4
96	10	560	14	2	35	47	3599	7.7	5.4	9.7	6.3	2.2	—	—	4
97	10	605	90	2	33	51	3599	7.8	5.5	9.5	6.0	2.5	—	—	3
98	10	560	75	1	38	64	3790	8.3	6.1	10.2	6.3	2.8	—	—	5
99	10	690	21	3	30	24	3153	6.1	4.5	8.1	—	—	—	—	4
100	10	490	15	2	30	30	3185	6.8	5.4	8.8	6.1	1.9	—	—	2
101	10	600	18	1	15	42	3599	7.3	5.4	8.9	6.4	2.3	—	—	3
102	10	390	83	1	40	80	3726	8.4	7.0	9.8	6.5	3.0	—	—	2
103	9	695	38	3	24	11	4490	4.2	3.3	6.0	—	—	—	—	3
104	9	630	44	2	34	26	3854	6.0	4.3	8.0	—	—	—	—	4

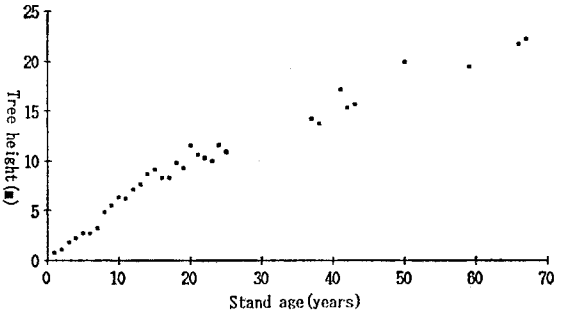
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
105	9	720	62	2	37	41	4013	6.9	4.9	8.8	—	—	—	—	5
106	9	470	78	1	30	35	3567	6.6	5.5	8.1	—	—	—	—	3
107	9	505	14	2	35	27	3408	6.3	5.3	8.1	—	—	—	—	6
108	9	580	29	2	20	23	3631	5.5	4.9	7.4	—	—	—	—	5
109	9	650	11	3	40	24	4045	6.2	4.1	7.9	—	—	—	—	3
110	9	605	3	2	35	29	3217	7.4	4.8	9.6	—	—	—	—	4
111	8	565	24	2	32	22	3981	5.8	4.2	7.4	—	—	—	—	5
112	8	565	16	3	34	13	4140	4.8	3.9	6.5	—	—	—	—	2
113	8	655	25	3	36	9	2962	4.7	3.7	6.4	—	—	—	—	3
114	8	500	30	2	40	35	4522	6.1	5.2	7.7	—	—	—	—	2
115	8	475	9	2	30	19	3376	5.3	4.8	7.0	—	—	—	—	3
116	8	345	98	1	40	41	4140	6.5	5.8	8.2	—	—	—	—	2
117	7	455	85	2	43	12	4809	4.3	3.4	5.3	—	—	—	—	1
118	7	520	15	3	41	3	4459	2.7	2.5	3.5	—	—	—	—	8
119	7	525	98	1	40	14	4713	4.7	3.5	5.8	—	—	—	—	1
120	7	625	11	3	30	3	4045	2.8	2.5	3.9	—	—	—	—	2
121	7	400	41	2	48	8	3280	4.1	3.6	5.4	—	—	—	—	7
122	7	420	77	2	45	7	4204	3.6	3.4	5.0	—	—	—	—	8
123	7	330	96	1	43	11	3981	4.5	3.7	5.7	—	—	—	—	7
124	6	430	30	2	42	4	4236	2.5	2.7	3.8	—	—	—	—	7
125	6	450	65	2	36	5	4172	3.1	2.9	4.3	—	—	—	—	8
126	6	520	28	3	38	2	3917	2.2	2.4	3.6	—	—	—	—	8
127	5	650	16	3	32	1	4108	1.6	2.9	2.9	—	—	—	—	8
128	5	600	33	2	40	—	5924	—	2.5	3.6	—	—	—	—	7
129	5	500	96	1	39	6	4713	3.3	3.0	4.5	—	—	—	—	6
130	4	650	27	3	23	—	4031	—	1.7	3.3	—	—	—	—	8
131	4	530	16	3	32	—	5064	—	2.1	2.5	—	—	—	—	8
132	4	645	55	1	25	—	3622	—	2.0	4.1	—	—	—	—	6
133	4	500	98	1	38	—	4427	—	2.7	4.0	—	—	—	—	6
134	4	580	39	3	34	—	4586	—	2.1	3.0	—	—	—	—	7
135	3	590	31	2	21	—	3822	—	1.8	3.5	—	—	—	—	1
136	3	625	73	2	15	—	3631	—	1.5	2.8	—	—	—	—	8
137	3	640	25	3	20	—	3885	—	1.5	2.4	—	—	—	—	1
138	2	590	0	3	19	—	3726	—	1.0	1.5	—	—	—	—	3
139	2	460	5	3	34	—	3153	—	1.0	1.3	—	—	—	—	4
140	2	450	97	2	36	—	4013	—	1.3	1.9	—	—	—	—	5
141	1	610	0	3	23	—	3885	—	0.6	1.1	—	—	—	—	3
142	1	490	4	3	41	—	3535	—	0.6	1.1	—	—	—	—	3
143	1	490	66	3	45	—	4127	—	0.7	1.2	—	—	—	—	3

* 1=N, 2=NE, 3=E, 4=SE, 5=S, 6=SW, 7=W, 8=NW

表—2 樹種・林齢毎にまとめた調査データ

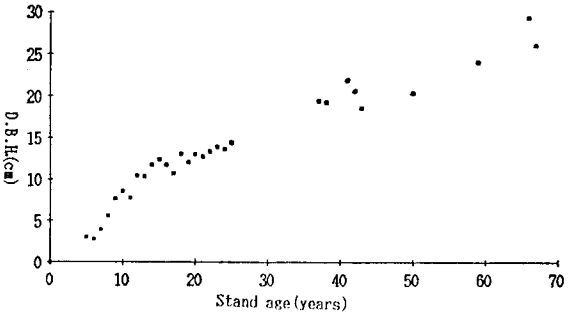
Table 2. Data summarized with species and stand ages

Stand age (years)	Num. of plots	Tree height (m)		D.B.H. (cm)		Basal diameter (cm)		Stand density (stems/ha)	Volume ($\times 10^{-4}m^3$/tree)	
		cedar	cypress	cedar	cypress	cedar	cypress		cedar	cypress
1	3	0.8	0.6	—	—	1.2	1.1	3854	—	—
2	3	1.1	1.1	—	—	1.5	1.5	3583	—	—
3	3	1.8	1.6	—	—	3.0	2.7	3779	—	—
4	5	2.2	2.0	—	—	3.8	2.9	4350	—	—
5	3	2.7	2.3	3.1	1.7	4.6	3.0	4915	14	10
6	3	2.7	2.7	2.9	2.3	4.0	4.0	3775	16	12
7	7	3.2	3.1	4.0	3.4	5.1	4.5	4213	23	19
8	6	4.8	4.3	5.6	5.1	7.1	7.0	3854	70	46
9	8	5.5	4.3	7.7	5.5	9.3	7.5	3778	128	50
10	7	6.3	5.0	8.6	6.5	10.3	8.3	3522	199	80
11	7	6.2	5.4	7.8	6.4	9.3	8.3	3546	156	83
12	7	7.1	5.4	10.5	7.7	12.2	9.8	3521	327	126
13	7	7.6	6.5	10.4	8.5	11.9	10.8	3544	347	180
14	7	8.7	6.9	11.8	9.3	13.4	11.3	3585	474	230
15	6	9.1	6.9	12.4	9.2	14.2	11.8	3296	557	211
16	6	8.3	6.8	11.8	10.1	13.5	12.4	3270	453	262
17	4	8.3	6.6	10.8	10.2	12.2	12.2	3686	342	245
18	3	9.8	8.0	13.1	11.6	15.0	14.1	2951	617	410
19	4	9.3	7.6	12.1	10.6	13.8	12.4	3806	546	333
20	3	11.5	9.5	13.0	10.9	14.8	12.6	3503	780	392
21	4	10.6	8.7	12.8	11.6	14.5	13.6	2906	700	453
22	6	10.3	7.8	13.4	10.8	14.9	12.4	2893	716	358
23	5	10.0	8.0	13.9	13.1	16.4	15.5	2803	755	526
24	4	11.6	9.9	13.7	13.1	15.5	14.9	2827	891	645
25	3	10.9	8.9	14.4	12.7	16.9	15.1	1943	904	631
37	2	14.2	12.0	19.4	16.0	22.6	19.1	1800	2001	1261
38	2	13.7	12.4	19.3	17.8	22.8	21.3	1768	2045	1916
41	3	17.1	14.5	21.9	18.7	26.0	22.6	1290	3135	2027
42	3	15.3	14.3	20.6	18.9	24.3	22.4	1401	2487	2030
43	4	15.6	15.3	19.5	18.6	21.4	22.1	2039	2237	2211
50	1	19.9	—	20.4	—	24.1	—	1529	3228	—
59	1	19.4	—	24.1	—	27.5	—	1401	4153	—
65	1	21.5	—	32.1	—	37.3	—	1051	7831	—
66	1	21.7	—	29.4	—	38.8	—	1083	6976	—
67	1	22.2	—	26.1	—	32.5	—	955	5514	—



図—2　樹高と林齢の関係（スギ）

Fig. 2.　Relation between tree height and stand age.



図—3　胸高直径と林齢の関係（スギ）

Fig. 3.　Relation between D.B.H. and stand age.

III.　調査結果の検討

1.　生長に影響を及ぼす要因の作用について

林木の生長に影響を及ぼす要因としては，時間的な要因としての林齢，スギ・ヒノキの樹種のちがい，施業的要因としての枝打ち，除・間伐の有無，土地的要因としての地形・斜面方位等，その他気象害・病虫害等の被害的な要因をあげることができる。これらのうち施業的なもの，被害的な要因については，今回の短伐期施業の検討対象となる林齢40年前後までの林分では，顕著な違いがなかったので，林齢・樹種と土地的要因が生長にどのような影響を及ぼしているかについて検討した。

検討の手法として，数量化分析Ⅰ類[3),4)]によることにした。

要因を林齢・樹種・斜面地形・斜面勾配・斜面方位・標高として，各要因の範ちゅうを林齢は5年毎の齢級：樹種はスギ・ヒノキ：斜面地形は凹型・平坦・凸型地形：斜面勾配は25°下，26～35°，36°以上：標高は，450 m 以下，451～650 m，651 m 以上とした。

目的変量を，生長状況を表現するものとして樹高・胸高直径・根元直径・立木材積とした。その分析結果を表-3に示す。

表—3 数量化分析I類による分析結果

Table 3. Results of analysis by quantitative analysis method I

Item	Category	Tree height (m)	Basal diameter (cm)	D.B.H. (cm)	Volume (m^3/tree)
			(Category weight)		
Age class	1～5	−4.979	−7.946	—	—
	6～10	−2.595	−8.845	−4.550	−0.042
	11～15	−0.068	0.303	−0.836	−0.021
	15～20	1.410	2.211	1.117	−0.007
	21～25	2.793	3.709	2.738	0.019
	37, 38	5.615	9.755	7.124	0.117
	41～43	8.368	11.877	9.303	0.186
Species	cedar	0.617	0.619	0.790	0.009
	cypress	−0.637	−0.639	−0.833	−0.010
Altitude	under 450	−0.353	−0.648	−0.491	−0.006
	451～650	0.140	0.054	0.045	0.001
	above 65	−0.272	0.423	0.283	0.001
Direction of land slope	N	−0.362	−0.369	−0.518	−0.006
	NE	0.029	−0.310	−0.349	−0.002
	E	0.085	0.221	0.401	0.005
	SE	0.064	0.048	0.160	−0.005
	S	0.316	0.301	0.381	0.004
	SW	0.055	0.678	0.797	0.004
	W	−0.016	−0.293	−0.595	0.003
	NW	−0.342	−0.416	−0.965	0.002
Landform	concave	0.937	0.773	0.906	0.016
	flat	−0.016	0.078	−0.027	−0.003
	convex	−0.681	−0.872	−0.750	−0.008
Degree of land slope	under 25	−0.132	−0.210	−0.213	−0.006
	25～35	0.275	0.588	0.401	0.005
	above 35	−0.150	−0.346	−0.227	−0.002
			(Partial correlation)		
Age class		0.954	0.949	0.935	0.936
Species		0.525	0.358	0.489	0.414
Altitude		0.197	0.168	0.145	0.085
Direction		0.193	0.208	0.320	0.185
Landform		0.475	0.339	0.336	0.366
Slope		0.189	0.250	0.200	0.177
Multiple corr.		0.961	0.955	0.943	0.941
Mean values		6.96	11.04	10.26	0.0493

この表-3から重相関係数[3]はいずれも0.9以上と高い値であり，回帰平面は測定値によくあっているといえる。また各要因が生長に及ぼす影響の程度を表現する偏相関係数[3]の値の大きさからみると，いずれの目的変量に対しても，林齢が0.9以上と最も大きく，生長に最大の影響を及ぼしている。次に樹種が0.53～0.36，地形が0.48～0.34，それ以外の標高・斜面方位・斜面勾配はいずれも0.32～0.09と小さくなっている。

このことから生長に影響を与える要因は，林齢が同じ場合，樹種でかなりの部分が説明でき，さらに詳細な検討をおこなう場合でも，この他に地形の要因を考慮に入れれば大部分が説明できるものと考えられる。また各要因内の範ちゅう間での相対値は，偏回帰係数[3]の値から推定することができる。

2. 林齢毎の生長状況

生長に関しては，同一林齢では樹種の要因で，その大部分が説明できることから，生長状況を樹種別に林齢毎に推定してみた。

推定は，表-2の値を平滑化し，また欠測林齢での値は，前後の林齢からの補間によりおこ

表—4 林齢毎の生長の推定値

Table 4. Estimated values of growth on each stand age

Stand age (years)	Tree height (m) cedar	Tree height (m) cypress	D.B.H. (cm) cedar	D.B.H. (cm) cypress	Basal diameter (cm) cedar	Basal diameter (cm) cypress	Volume ($\times 10^{-4}m^3$/stem) cedar	Volume ($\times 10^{-4}m^3$/stem) cypress	Stand density (stems/ha)
5	2.6	2.5	2.6	1.6	4.2	3.4	8	7	4009
6	3.1	3.0	3.6	2.6	5.0	4.2	28	17	3992
7	3.7	3.5	4.5	3.6	6.0	5.2	52	28	3857
8	4.5	3.9	5.7	4.6	7.2	6.3	85	42	3766
9	5.3	4.4	7.0	5.5	8.4	7.3	127	53	3717
10	6.0	4.9	8.0	6.2	9.5	8.1	176	79	3657
11	6.5	5.3	8.9	6.9	10.5	8.9	233	105	3587
12	7.1	5.8	9.8	7.6	11.4	9.7	299	136	3541
13	7.7	6.2	10.7	8.3	12.3	10.5	360	169	3507
14	8.2	6.5	11.3	8.9	13.0	11.2	421	201	3467
15	8.5	6.8	11.7	9.5	13.4	11.9	454	231	3430
20	10.3	8.3	12.8	11.1	14.5	13.0	664	391	3265
25	11.5	9.7	14.4	13.1	16.7	15.2	940	683	2442
30	13.1	11.5	16.4	14.6	19.5	16.7	1380	1032	2057
35	13.8	12.2	18.4	16.1	21.9	19.0	1862	1330	1848
40	15.2	13.7	19.9	18.1	23.6	21.5	2388	1218	1629
45	16.7	15.2	21.0	19.6	24.6	22.9	2884	2305	1570
50	17.9	16.0	22.5	20.4	26.6	24.4	3578	2726	1482
55	19.2	16.9	24.0	21.4	28.9	26.2	4320	3180	1369
60	20.4	17.8	25.5	22.5	31.6	28.5	5098	3669	1234
65	21.6	18.5	27.0	23.7	34.5	31.1	5932	4189	1069

なった。すなわち樹高・胸高直径の生長は図-2, 3からもわかるように林齢と線形関係でないため，平滑化は，隣接する5林齢の測定値に関して3次の局部的最小二乗近似多項式[5]を適用して平滑化した。また欠測林齢での補間値は，平滑化した値を使って3次 spline 補間式[5]により推定した。その結果を表-4に示す。

3. 枝打ち適期について

1) 枝打ちの開始時期

無節柱材を産出するためには，枝打ち時に枝が付着している樹幹の最大直径が，生産しようとする心持ち柱角材の一辺より小さいうちに開始する必要がある。一般的な柱角材として，一辺 10.5 cm (3寸5分) の無節柱角材の生産を想定してみる。その場合の許容最大の樹幹直径は，樹幹の偏心や曲り，残枝長等を考慮にいれると，10.5 cm より 3 cm 程度小さい 7.5 cm[6] 前後と考えることができる。また枝は根元近くにも付着しているものもあるので，枝打ち開始の適期は上で述べた許容最大の樹幹直径の平均値 7.5 cm に根元直径が達する少し前とみなすことにした。

表-4から，根元直径が 7.5 cm より小さい林齢は，スギで8年，ヒノキで9年以下となる。ここで地形的要因の影響を考慮にいれると，表-3の根元直径の分析から地形的要因の範ちゅうのうち最大の偏回帰係数は，凹型地形 (Concave) の 0.8 cm であり，これを加算すると根元直径 7.5 cm をこえない最大林齢はスギで7年，ヒノキで8年となる。このことからスギ・ヒノキ混交林では，作業効率も考慮して枝打ち開始の林齢を7年目とするのが妥当と考えられる。

2) 枝打ちの作業基準

収穫時に元玉から材長 4 m，一辺 10.5 cm 角の無節柱材を得るため，枝打ちの開始林齢を7年，枝の打ち上げ高さの限度を樹高の 2/3 として，表-5の枝打ち作業基準を得た。ここでは樹幹形状が相似に近いとして，梢端部と各回の枝打ち開始時の高さとの差が7年目の樹高より小さければ，枝打ち対象の最大樹幹直径は 7.5 cm を越えないものと仮定した。

この表-5からスギでは7, 9, 12年目の3回で，ヒノキでは7, 9, 12, 15年目の4回の枝打ちで無節柱材の収穫が可能となる。

表—5　枝打ちの作業基準

Table 5.　Standard operation for pruning

Time of pruning	Stand age	Japanese cedar			Japanese cypress		
		Tree height	Tree height*	Cutting width pruning	Tree height	Tree height*	Cutting width pruning
	(year)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
First	7	3.7	2.5	2.5	3.5	2.3	2.3
Second	9	5.3	3.5	1.0	4.4	2.9	0.6
Third	12	7.1	4.7	1.2	5.8	3.9	1.0
Forth	15	8.5			6.8	4.5	0.6

* Tree height at a two-thirds position.

4. 収穫の適期について

1) 元玉材長3mおよび6mの末口直径の推定

根元から3mおよび6mの高さでの樹幹直径の調査から，根元から6m程度の高さまでの樹幹形は，スギ・ヒノキで大きな違いがないとして，胸高直径から元玉材長3mおよび6mの末口直径を推定する直線回帰方程式を導いた結果，式(1), (2)を得た。

$$D3 = -0.373 + 0.920 \times dbh \qquad (1)$$

$$R = 0.997 \qquad t = 76.46 \qquad \mathrm{d.f} = 30$$

$$D6 = -0.514 + 0.830 \times dbh \qquad (2)$$

$$R = 0.990 \qquad t = 32.10 \qquad \mathrm{d.f} = 20$$

ただし　$D3$: 元玉材長3mの末口直径 (cm)

$D6$: 元玉材長6mの末口直径 (cm)

dbh: 胸高直径 (cm)

表-4の胸高直径から式(1), (2)により推定した末口直径を表-6に示す。

表—6　林齢毎の末口直径の推定値

Table 6. Estimated diameter at top end by each age

Stand age (years)	Japanese cedar D.B.H. (cm)	Estimated diameter at the top end of butt logs 3m* (cm)	6m* (cm)	Japanese Cypress D.B.H. (cm)	Estimated diameter at the top end of butt log 3m* (cm)	6m* (cm)
35	18.4	16.6	14.8	16.1	14.4	12.8
36	18.8	16.9	15.1	16.4	14.7	13.1
37	19.1	17.2	15.3	16.8	15.1	13.8
38	19.4	17.5	15.6	17.2	15.5	13.8
39	19.7	17.8	15.8	17.6	15.8	14.1
40	19.9	17.9	16.0	18.1	16.3	14.5
41	20.1	18.1	16.2	18.5	16.6	14.8
42	20.3	18.3	16.3	18.9	17.0	15.2
43	20.5	18.5	16.5	19.2	17.3	15.4
44	20.8	18.8	16.8	19.4	17.5	15.6
45	21.0	18.9	16.9	19.6	17.7	15.8
46	21.3	19.2	17.2	19.8	17.8	15.9
47	21.6	19.5	17.4	20.0	18.0	16.1
48	21.9	19.8	17.7	20.1	18.1	16.2
49	22.2	20.1	17.9	20.3	18.3	16.3
50	22.5	20.3	18.2	20.4	18.4	16.4

* The length of butt logs.

2) 収 穫 適 期

一辺 10.5 cm 角の柱材を得るためには，収穫される丸太の末口直径が一辺 10.5 cm の正方形の外接円の直径，すなわち $10.5 \times 2^{0.5} = 14.85$ cm に，面付き柱材としないために樹皮の厚さを 2 cm 程度と想定し，この値を加算して 17 cm よりも大きいことが必要と考えられる。表-6 から 17 cm 以上になる林齢はスギで 37 年，ヒノキで 42 年となる。スギ・ヒノキ混交林を皆伐により収穫する場合は，スギの立木から材長 3 m の柱材 2 本の収穫が期待できる林齢である 46 年が収穫適期と考えられる。

3) 柱材の収得率

柱材の末口直径 17 cm に対応する胸高直径は，(1), (2) 式から逆算すると，元玉材長 3 m では 18.8 cm，元玉材長 6 m では 21.1 cm となる。

プロットでの立木調査の実測値から，スギの伐期齢 37 年，ヒノキの伐期齢 42 年のそれぞれの林齢での，柱材の収得率を胸高直径から推定すると以下となる。

元玉材長 3 m が得られる，胸高直径 18.8 cm 以上の立木が占める率は，スギの場合，37 年で 52.4%，42 年で 78.4% となる。ヒノキの場合，37 年で 22.2%，42 年で 50.0% となる。

元玉材長 6 m が得られる，胸高直径 21.1 cm 以上の立木が占める率は，スギの場合，37 年で 37.1%，42 年で 62.2% となる。ヒノキの場合，37 年で 3.8%，42 年で 31.6% となる。

ま と め

北海道大学和歌山地方演習林の，スギ・ヒノキ人工林の生長について数量化分析を行った結果，樹種・林地の地形の要因で，生長量の変化の大部分が説明できるものと思われる。

無節柱材を生産するための枝打ち作業の適期については，枝打ちの開始林齢を 7 年とし，その後はスギについては 9, 12 年目で，ヒノキについては 9, 12, 15 年目での枝打ちで，元玉材長 4 m 程度の無節柱材の収穫が期待できる。

収穫の適期については，スギでは 37 年，ヒノキでは 42 年で元玉材長 3 m，末口直径 17 cm 程度の柱材が，50% 程度収穫ができることが明らかとなった。スギ・ヒノキの混交林から皆伐により収穫する場合は，スギから 3 m の柱材 2 本の収穫が期待できる林齢となる，46 年が適期と考えられる。

以上この調査で目的とした検討事項については一応の結果が得られたが，今後の問題として今回の調査で対象林分がなく欠測となっている 25～36, 39～40 年の林齢の調査をおこない，欠測林齢のない，バランスのとれたデータによる再検討の行われることが望ましい。

最後にこの研究の現地調査には，北海道大学和歌山地方演習林の業務掛職員の協力を得た。また纒めるにあたり，北海道大学演習林小島幸治教授，同氏家雅男助教授に貴重な示唆を賜わった。また統計計算等に京都大学大型計算機センターならびに北海道大学大型計算機センターを利用した。

文　　献

1) 北海道大学演習林: 和歌山地方演習林長期計画. 北大演資, **18**, 1-34, 1984.
2) 佐藤喜三郎・他: 和歌山演習林大森事業区施業案説明書. 1928.
3) 河口至商: 多変量解析入門. 森北出版, pp. 150, 1973.
4) 三宅一郎・他: SPSS 統計パッケージ II 解説編. 東洋経済新報社, pp. 318, 1977.
5) 富士通: FACOM FORTRAN SSL II 使用手引書. 富士通, pp. 398, 1979.
6) 藤森隆郎: 枝打ちの技術体系に関する研究. 林試研報, **273**, 1-74, 1975.
7) 渡辺資仲: 商品生産のための枝打ち技術. 林業新知識, **195**, 10-15, 1970.
8) Norman H. NIE etc.: SPSS second edi.. McGrow Hill, pp. 675, NewYork, 1975.
9) 近藤正己・他: 林業の統計学. 地球社, pp. 318, 1979.

Summary

The growth conditions of Jananese cedar (*Cryptomeria japonica* D. DON) and Japanese cypress (*Chamaecyparis obtusa* SIEB. et ZUCC.) planted in Wakayama Experiment Forest, Hokkaido University, have been investigated for the purpose of the establishment of a new working technique system to get the boxed hearts with knot-free face in this region.

In this paper, the optimum ages of pruning and the final yield were examined for the production of the knot-free clear logs. The results were discussed using a statistical method.

Consequently, the authors obtained some new knowledge on the optimum ages of pruning and the final yield for each species as follows.

The optimum pruning for the cedar should be firstly done in the 7-year-old stand age, secondly in the 9-year-old, and finally in the 12-year-old, while the optimum pruning for the cypress should be done in the 7-year-old, the 9-year-old, the 12-year-old and finally the 15-year-old.

The optimum age of the final yield for the cedar was 37 years old, while that for the cypress was 42 years old. Concerning the forest mixed with the cedar and cypress, the age was 46 years old, so that the two boxed hearts could be expectedly harvested from one tree stem.