

スギ, ヒノキ人工林における個々の立木の時間的経過事例

前沢完次郎*・芳賀敏郎**

A Case Study on Development for Individual Trees in Plantations of *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa*

Kanjiro MAEZAWA* and Toshiro HAGA**

I. ま え が き

通常, スギやヒノキの人工林は, 植栽後数10年あるいは100年前後の時間を経過して伐期を迎える。当初 ha 当り 3000 本やそれ以上であった植栽本数は, 伐期においては数 100 本に減少する。立木本数の減少は, その殆んどが成林時の除伐やその後の間伐によるものであるが, これら除去木の選択は, 主として生産目標に関連した質・量両面からの検討や立木個々の位置関係等によって決められる。

最後まで残存する立木もある一方, 大半の立木はいつかの時点で除去されていくことになるが, このような林分の変動を林分の平均としてではなく, その林分を構成する立木個々の時間的経過として追跡した場合, どのような現象がみられるのであろうか。例えば伐期において最大であった立木は, いつの時点においても最大であったのであろうか。あるいは伐期まで残存する立木は, 植栽後初期の段階において決まってしまうのであろうか。本文は大きさの目安として, 胸高直径(D. B. H.)をとり, スギ, ヒノキの計6林分について, それぞれの林分における個々の立木の移り変わりを事例的に考察したものである。

II. デ ー タ

用いたデータは, 千葉演習林における森林試験測定地の記録を整理した「林分成長資料」(I) (以下「資料」と略記する)である。

本文においては, 「資料」に紹介されている8個の試験地から, 表-1に示す6個の試験地を選び, それらのデータを林分 a~f として用いた。試験地として測定期間が比較的短い牛蒡沢試験地と, 誤りではないかと思われる測定値の記載が多い大平2号試験地は除いた。

「資料」には次のような説明が記載されている。「植栽本数と試験地設定までの施業についてはその記録がないが, 当時の一般的な施業の記録からみると, 植栽本数は大平ヒノキ林は4尺間隔植えて, 約6,900本/ha, またその他のスギ林は約5,000本/ha見当であったと推測される。植栽後10年頃までには除伐を1回行ったようであるから, 試験地設定当時の林分は, 枯死と1回の除伐により, 本数で2割程度減少した状態であったものと思われる。」

* 東京大学農学部演習林本部
Administration Office of the University Forests, Faculty of Agriculture, University of Tokyo.

** 東京理科大学工学部
Faculty of Engineering, Science University of Tokyo.

表-1 試験地の概要

本文における 林分記号	試験地名・林・小班	樹種	面積 ha	土壌	地位	傾斜	方位	植栽年度	設定時		最終調査時*		測定回数
									(林齢)	測定本数 (ha当り)	(林齢)	測定本数 (ha当り)	
a	郷台2号	10C ₁	スギ	0.034	礫質壤土	中	13°	NW25°	1916 (14)	99 (2,941)	1916 (68)	22 (676)	12
b	南沢3号	45C ₁₀	スギ	0.090	埴壤土	中	33°	SE45°	1916 (19)	245 (2,722)	1916 (73)	60 (667)	13
c	安野2号	2C ₅	スギ	0.073	砂質壤土	中	平坦	-	1916 (14)	269 (3,685)	1916 (68)	91 (1,247)	11
d	安野1号	2C ₅	スギ	0.109	砂質壤土	中	10°~15°	SE80°	1916 (13)	388 (3,560)	1916 (67)	155 (1,422)	11
e	郷台1号	11C ₁	スギ	0.141	礫質壤土	上	30°	SW70°	1916 (11)	541 (3,837)	1916 (65)	123 (872)	12
f	大平1号	46C ₈	ヒノキ	0.030	やや埴壤土	中	40°	N20°W	1916 (16)	158 (5,267)	1916 (70)	38 (1,267)	13

*「資料」には、1970年現在と記載されているが、本文においては最終調査時としてデータの取扱いを行った。

「資料」には誤測、誤記あるいは印刷時の誤植等、原因は定かでないが、測定値の時間的系列として疑問に思われるものが散見された。例えば、林分 a (郷台 2 号試験地) についてみると、「資料」では No. 38 の測定値 (cm 単位) は、林令 55, 58, 63, 69 年のそれぞれに対して

21.65 22.35 22.15 22.40

と記載されている。

本文においては、測定値の変化として、ある測定時の前後における D. B. H. の関係を

$$(\text{前の D. B. H.}) \leq (\text{後の D. B. H.})$$

と想定し、全データについて改めて見直しを行い、適宜経験的に修正を加えた。上記の例については

21.65 21.85 22.15 22.40

のように下線を付した測定値を修正したが、このような操作を加えたという意味においては、本文で用いたデータは正しくは元元の「資料」と同じではない。

また、林分 a のデータ中、No. 2 は修正を要する測定値が多いことと、林齢 38 年から林齢 46 年にかけての変化が異常に大きいため除外することにした。したがって、林分 a の測定本数は 99

表-2 各試験地の測定年度と林齢

郷台 2 号試験地 (林分 a)

測定年度	1916	1921	1925	1930	1935	1940	1948	1950	1957	1960	1965	1971
林 齢	14	19	23	28	33	38	46	48	55	58	63	69

南沢 3 号試験地 (林分 b)

測定年度	1916	1919	1921	1925	1930	1933	1935	1940	1949	1957	1960	1965	1970
林 齢	19	22	24	28	33	36	38	43	52	60	63	68	73

安野 2 号試験地 (林分 c)

測定年度	1916	1921	1925	1930	1935	1941	1950	1957	1960	1965	1971
林 齢	14	19	23	28	33	39	48	55	58	63	69

安野 1 号試験地 (林分 d)

測定年度	1916	1921	1925	1930	1935	1941	1950	1957	1960	1965	1971
林 齢	13	18	22	27	32	38	47	54	57	62	68

郷台 1 号試験地 (林分 e)

測定年度	1916	1921	1925	1930	1935	1940	1948	1950	1957	1960	1965	1970
林 齢	11	16	20	25	30	35	43	45	52	55	60	65

大平 1 号試験地 (林分 f)

測定年度	1916	1919	1921	1925	1930	1935	1940	1948	1950	1957	1960	1965	1970
林 齢	16	19	21	25	30	35	40	48	50	57	60	65	70

本とした。なお「資料」の説明から、本データにおける胸高測定部位は地上 1.2 m である。

Ⅲ. 順位の変動

林分 a を例にとって調べてみよう。表-2 に示されるように、林分 a については 1916 年（林齢 14 年）に 1 回目の調査が、そして以後 1971 年まで計 12 回の調査が行われている。その間、間伐は 3, 4, 6, 7 回目の 4 回にわたって実施されている。「資料」によれば、1 回目の調査（以下「調査 1」と略記する。他にも同じ）当時約 20% 本数が減少した状態になっていたが、その時点での試験地内 99 本の全調査木について、D. B. H. の大きさの順に、1 番、2 番、3 番、…と順位をつけてみよう。この場合、同じ値の立木は同順位とし、重なった本数だけ飛ばして次の順位に移ることにする。例えば、10 番が 3 本あったとすれば、10 番、10 番、10 番の次は 13 番として示すことになる。

「調査 2」においても、その時点での全調査木 99 本について、改めて順位をつけることにする。「調査 3」においては 1 回目の間伐が入り、32 本が除去されたから、67 本の調査木について同様の順位がつけられる。このようにして、その後「調査 12」まで順次順位をつけることにすれば、最終の時点「調査 12」においては、22 本の残存木に 1 番から 22 番までの順位付けが行われることになる。

このようにして作られた順位表の中から、「調査 12」まで残った残存木について、各時点におけるそれら個々の順位を選び出した結果が表-3(a) である。同表から、それらが順位の上ではどの

表-3 順位表(その1)

(a) 林分 a

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	D. B. H.
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	55.30
19	8	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	51.60
15	8	7	7	7	8	5	3	5	4	4	3	46.65
7	5	5	6	4	4	4	5	4	5	3	4	46.55
20	17	13	13	10	9	5	6	3	3	5	5	45.45
1	3	6	5	6	3	3	4	6	6	6	6	44.30
22	7	8	10	9	10	9	10	10	9	8	7	43.70
22	15	12	11	11	11	10	9	8	8	9	8	43.10
12	8	10	9	8	7	7	7	7	7	7	9	42.90
26	24	13	15	15	15	12	11	11	11	10	10	40.45
1	2	2	3	5	5	8	8	9	10	11	11	39.55
12	8	11	12	13	12	11	12	12	12	12	12	38.90
53	32	28	23	18	16	14	14	13	13	13	13	36.70
4	3	8	8	12	13	13	13	14	14	14	14	35.80
27	25	26	25	25	21	15	15	15	15	15	15	29.85
27	31	31	28	28	24	16	16	16	16	17	16	23.65
22	25	28	31	31	27	17	17	17	17	16	17	23.10
33	35	39	38	38	30	18	19	18	18	18	18	22.65
22	30	35	37	37	30	19	18	19	19	19	19	22.40
48	46	50	48	47	35	20	20	20	20	20	20	21.95
27	34	44	40	45	36	22	23	22	21	21	21	19.80
48	48	58	53	53	37	23	22	22	23	23	22	18.80

注) 最上欄の 1~12 は調査時点を示す。(b)~(f) についても同じ

表-3 (その2)

(b) 林分 b

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	D. B. H.
17	6	8	5	3	1	1	1	1	1	1	1	1	65.60
58	56	46	33	26	18	16	10	6	2	2	2	2	59.20
20	16	16	14	10	10	7	5	5	4	5	4	3	58.00
103	88	66	49	36	27	26	15	8	7	4	5	3	58.00
26	25	19	16	11	7	9	4	4	3	3	3	5	57.50
1	1	1	1	1	2	2	3	3	5	6	6	6	55.70
18	9	7	6	6	5	5	6	7	6	7	6	7	52.95
53	38	35	27	22	15	14	16	12	8	8	8	8	52.50
119	106	97	72	46	38	36	30	21	14	15	10	9	50.25
40	40	39	43	31	24	23	18	13	10	9	9	10	50.00
7	8	6	9	8	9	8	8	10	9	10	12	11	49.50
30	28	26	22	19	21	21	25	27	14	14	11	12	48.40
19	23	18	10	12	12	12	11	10	11	11	14	13	47.75
35	33	32	24	23	20	15	14	15	13	12	13	14	47.30
4	2	2	4	5	4	4	7	9	12	13	16	15	45.75
32	39	38	32	15	23	22	22	20	18	17	17	15	45.75
28	23	22	24	19	14	13	22	19	17	16	15	17	45.40
20	18	13	11	14	15	18	20	18	16	18	18	18	44.80
107	76	62	47	34	33	29	27	22	22	21	19	19	44.00
12	9	10	8	9	11	10	12	14	19	19	20	20	43.60
2	4	3	7	6	8	11	13	16	20	20	21	21	42.90
76	70	58	51	42	40	39	32	28	28	26	22	22	42.60
32	29	24	20	15	17	18	19	22	23	25	25	23	42.55
4	5	3	3	4	6	6	9	17	21	22	24	24	42.50
57	52	46	43	36	35	33	34	29	26	24	23	25	42.40
(中 略)													
47	47	43	39	40	42	41	42	33	35	35	36	36	37.45
80	76	67	63	62	59	53	52	40	36	37	37	37	36.80
80	96	78	77	60	56	53	54	42	40	40	38	38	36.25
91	73	67	51	44	46	45	48	41	37	39	39	39	35.90
153	125	115	102	71	68	61	60	46	42	42	39	40	35.85
15	13	12	14	19	25	26	32	39	37	38	41	41	35.55
12	14	11	16	25	34	33	40	37	39	41	42	42	35.10
38	36	32	39	38	41	44	49	43	46	47	48	43	34.30
99	102	97	89	68	69	64	68	50	49	49	45	43	34.30
119	112	109	105	76	71	66	63	48	43	43	43	45	34.25
110	104	102	96	72	72	65	67	49	47	45	44	46	34.10
110	106	97	83	66	61	56	55	45	45	44	47	47	32.85
63	63	58	68	66	67	63	65	47	44	46	46	48	32.70
93	80	72	72	64	65	60	58	52	48	48	49	49	31.45
68	93	87	89	69	77	69	70	55	50	50	50	50	30.60
47	50	50	62	62	62	57	60	51	51	51	51	51	30.40
218	194	159	134	98	97	82	74	56	54	52	52	52	30.15
109	117	109	106	78	81	73	77	57	52	53	53	53	29.95
78	65	58	57	58	63	58	66	53	52	54	53	54	29.90
173	167	143	129	92	93	79	75	58	55	55	55	55	28.90
156	146	121	117	90	87	76	73	54	56	56	56	56	28.30
180	175	154	145	102	98	84	84	60	59	59	58	57	27.60
156	138	137	123	93	89	77	76	59	57	58	57	58	27.40
116	106	104	103	88	88	80	79	62	58	57	59	59	27.00
98	99	95	99	82	82	74	77	61	60	60	60	60	25.75

表-3 (その3)

(c) 林分 c

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	D. B. H.
20	16	12	9	7	6	2	2	2	1	1	39.55
2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	37.95
35	20	12	6	3	3	3	3	3	3	3	37.85
41	42	36	28	18	12	7	7	4	4	4	37.30
16	10	6	7	6	7	6	5	5	5	5	35.20
142	104	78	51	31	23	13	10	9	7	6	34.75
4	5	3	3	5	2	4	6	8	8	7	34.40
8	3	5	4	4	5	5	4	6	6	8	34.20
57	43	25	20	13	13	10	9	10	10	9	33.45
79	58	42	25	16	9	16	8	7	9	10	32.35
23	16	11	10	8	8	9	12	12	12	11	31.05
44	34	31	24	15	11	12	13	13	13	12	30.80
215	189	143	130	115	79	44	30	21	17	13	30.55
1	1	2	2	2	4	11	11	11	11	14	30.35
109	120	93	68	48	34	23	14	14	15	15	30.00
26	25	22	21	20	19	18	14	15	16	16	29.80
39	31	30	35	32	31	27	20	19	18	17	29.70
23	19	16	16	14	18	17	17	16	14	18	29.65
10	14	16	23	29	26	22	24	24	21	19	28.80
109	91	66	51	32	23	20	16	17	19	20	28.70
87	76	61	46	51	38	34	27	26	24	21	28.20
119	86	78	75	43	36	29	22	28	23	22	28.15
87	72	57	49	42	38	40	33	35	25	22	28.15
7	6	6	8	12	13	15	19	18	20	24	27.95
3	8	10	10	8	9	13	18	20	22	25	27.65
(中 略)											
168	157	129	118	116	111	91	71	70	67	67	20.80
144	130	104	94	87	85	82	67	67	68	68	20.40
102	91	96	106	113	113	104	76	78	69	69	20.20
102	86	88	91	97	106	96	75	75	71	70	19.90
39	50	46	54	64	73	85	74	74	70	71	19.45
87	126	99	110	107	110	105	79	77	75	71	19.45
168	165	145	130	125	126	111	84	80	74	73	19.40
121	126	104	114	131	108	108	81	82	73	74	19.35
215	216	167	164	152	147	129	96	93	79	75	19.10
87	91	96	105	103	103	101	81	81	76	76	18.90
168	154	124	141	124	113	108	85	85	77	77	18.65
80	86	78	90	105	87	96	83	83	78	78	18.55
210	191	150	145	141	131	118	89	87	79	78	18.55
168	157	132	138	139	132	122	93	89	82	80	17.90
215	216	167	166	161	152	146	98	97	86	81	17.85
80	85	78	94	100	115	114	89	93	81	82	17.70
97	91	104	103	110	116	115	89	88	82	83	17.60
115	165	132	127	119	117	118	92	89	82	84	17.55
49	70	66	82	91	95	107	87	89	85	85	17.50
97	104	99	103	112	121	126	94	95	87	86	17.30
227	224	172	168	157	155	144	99	97	89	87	17.20
185	172	132	129	122	125	124	95	96	88	88	17.10
80	111	117	120	130	129	135	101	101	91	89	16.00
158	146	124	136	134	139	139	100	100	90	90	15.80
80	120	110	121	136	135	135	102	102	91	91	15.60

表-3 (その4)

(d) 林分 d

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	D. B. H.
1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	1	41.10
13	10	5	4	3	3	3	1	1	1	2	40.05
13	14	11	6	5	4	4	3	3	2	3	39.00
73	44	31	24	19	12	9	5	5	5	4	34.90
83	53	49	39	31	13	6	4	4	4	5	34.60
8	9	7	5	6	6	5	6	6	6	6	32.50
129	53	42	30	20	15	12	12	13	10	7	31.50
104	78	73	50	47	34	15	18	11	9	8	31.40
17	14	14	11	7	7	6	7	7	7	9	31.20
83	78	49	37	22	23	10	8	8	8	10	31.00
59	44	42	27	22	24	16	16	16	13	11	30.50
7	5	4	3	4	5	10	9	9	11	12	30.15
32	34	19	27	9	8	6	10	10	12	13	30.10
147	96	88	81	69	60	39	26	24	14	14	29.70
20	25	24	17	30	18	23	14	12	15	15	29.50
20	12	12	15	20	25	25	20	20	16	16	29.40
104	78	57	44	36	21	18	15	18	18	17	29.30
129	109	81	69	55	43	31	22	13	19	18	29.15
45	44	38	21	13	9	20	13	19	16	19	29.10
147	109	78	67	43	33	24	23	22	21	20	28.70
45	25	26	23	27	18	14	17	17	21	21	28.35
104	78	78	70	59	40	34	37	29	24	22	28.00
27	17	17	11	9	9	21	11	15	19	22	28.00
231	180	101	62	50	36	29	23	20	23	24	27.95
8	12	12	13	11	11	12	19	26	25	25	27.50
(中 略)											
256	247	208	188	187	180	164	135	134	134	129	15.50
256	164	165	134	138	121	137	128	122	125	129	15.50
104	109	93	93	76	111	139	123	129	132	133	15.40
168	205	208	196	191	168	160	135	141	132	133	15.40
32	44	63	90	94	103	138	116	126	128	135	15.35
200	180	169	158	152	129	139	130	134	135	136	15.25
168	164	136	124	145	141	164	143	140	137	137	15.05
168	205	173	170	171	141	139	132	134	136	138	15.00
200	205	173	201	188	168	151	138	142	138	139	14.55
13	17	31	55	84	114	146	140	139	140	139	14.55
83	78	144	143	126	137	146	134	137	139	141	14.50
334	304	253	236	231	215	191	148	146	142	142	14.40
256	247	236	224	224	213	191	147	148	142	143	14.30
129	147	136	135	164	172	176	144	144	142	144	14.10
104	125	121	138	137	144	158	141	144	145	145	14.00
200	164	216	224	167	162	175	144	147	146	145	14.00
147	180	199	201	195	186	186	149	150	147	147	13.70
200	180	187	213	218	207	194	154	151	148	148	13.65
129	125	147	158	156	177	189	152	153	150	149	12.80
73	78	99	112	126	152	185	150	152	149	150	12.70
147	205	225	234	218	222	210	157	157	152	151	12.15
129	147	136	143	167	190	199	155	156	151	151	12.15
200	180	199	215	215	205	208	158	158	154	153	11.90
168	205	208	218	231	228	229	160	160	153	154	11.75
200	205	216	229	200	216	210	159	159	155	155	11.30

表-3 (その5)

(e) 林分 e

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	D. B. H.
124	70	27	8	6	5	2	3	2	3	2	1	59.05
1	2	1	1	2	1	1	1	1	2	3	2	55.60
82	33	19	13	5	3	4	2	3	1	1	3	55.25
17	9	8	4	4	6	5	6	4	4	4	4	51.15
10	9	14	17	14	12	9	8	9	7	7	5	48.10
5	2	3	3	1	2	3	4	5	5	5	6	47.85
33	33	33	28	23	18	16	17	12	13	10	7	47.20
33	17	11	9	11	9	8	9	7	9	6	8	47.10
2	4	2	2	3	4	6	5	6	8	9	8	47.10
39	14	5	7	8	8	7	7	8	6	8	10	47.05
33	70	5	16	17	16	14	14	10	10	11	11	46.45
94	70	51	39	32	31	19	18	19	16	14	12	45.95
82	59	45	41	31	29	20	21	18	18	12	13	45.55
13	7	4	6	9	11	11	11	11	10	13	14	45.00
17	8	11	13	14	12	12	14	15	14	15	15	44.20
22	21	11	12	12	14	18	16	12	15	17	16	44.05
245	99	42	23	20	21	12	13	17	12	16	17	43.75
94	92	47	36	30	26	26	25	20	20	17	18	43.30
22	21	24	29	29	27	28	12	14	17	20	19	42.75
13	9	8	10	13	15	15	18	23	22	22	20	42.70
10	14	7	5	7	10	10	10	16	18	19	21	42.45
71	42	32	30	21	23	22	20	21	21	21	22	42.25
22	21	23	24	26	25	31	28	22	23	23	23	42.10
178	99	60	46	40	33	22	29	32	26	23	24	41.60
143	42	25	27	21	19	22	22	25	26	25	25	41.40
(中 略)												
203	165	116	115	108	106	96	97	97	99	100	99	27.00
385	340	230	212	199	166	118	116	102	102	104	100	26.60
124	140	129	147	147	134	100	103	103	104	102	101	26.45
222	175	161	163	164	145	109	105	105	104	102	102	26.40
399	358	230	204	191	164	111	111	110	108	106	103	25.75
124	140	150	164	175	154	110	109	107	106	105	104	25.60
288	267	190	190	188	161	115	112	114	112	109	105	25.55
124	111	109	123	138	131	106	106	108	109	108	106	24.80
203	214	173	186	172	162	118	120	120	119	113	107	24.10
94	111	109	132	142	135	108	109	110	113	111	107	24.10
71	42	75	88	104	117	101	107	109	111	111	109	24.05
462	415	254	216	203	168	116	118	115	114	114	110	24.00
272	231	190	181	177	156	112	114	117	115	115	111	23.40
143	175	156	160	179	160	117	117	119	118	116	112	23.00
94	121	139	145	158	148	112	113	116	116	117	112	23.00
124	152	134	154	153	150	114	115	117	117	118	114	22.85
309	297	219	212	210	173	123	121	121	122	120	115	22.00
163	175	160	179	181	163	122	123	123	121	121	116	21.35
245	253	221	208	207	180	128	125	125	124	122	117	20.55
351	297	217	200	192	170	121	124	124	123	123	118	20.25
124	212	199	205	208	171	126	127	126	126	124	119	19.80
409	358	230	222	217	180	127	126	127	127	126	120	19.45
178	194	176	198	203	182	130	130	130	129	127	121	18.55
333	297	221	217	214	182	129	129	129	128	128	122	18.45
399	383	259	233	234	192	131	131	131	130	129	123	15.50

表-3 (その6)

(f) 林分 f

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	D. B. H.
5	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	31.15
2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	28.95
5	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	28.85
11	8	8	6	5	4	4	4	4	4	4	2	4	28.80
39	28	27	21	14	13	10	6	6	7	6	7	5	28.40
4	1	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	28.20
82	56	44	35	31	19	17	10	8	6	7	6	7	27.70
28	37	37	27	19	15	14	9	10	8	7	7	8	27.15
28	21	19	18	24	29	28	24	25	18	15	10	9	25.85
17	14	14	15	9	10	9	11	11	10	12	10	9	25.85
12	12	12	10	11	9	8	8	9	9	9	9	11	25.65
9	9	8	9	10	12	12	13	14	13	13	12	12	25.40
15	16	16	18	16	16	15	14	12	11	10	12	13	24.70
12	11	10	14	11	10	12	12	12	14	14	14	14	24.60
1	6	5	5	6	6	6	7	6	12	11	14	15	24.30
7	5	7	7	8	7	7	15	15	16	16	16	16	23.75
35	20	17	10	17	17	18	18	17	20	20	21	17	23.05
19	18	19	21	23	23	21	18	19	21	19	17	18	23.00
39	37	35	33	32	31	25	21	21	15	17	18	19	22.90
23	18	21	21	21	21	23	23	22	22	21	19	20	22.80
32	29	30	27	28	25	20	17	18	17	18	19	21	22.50
74	63	61	33	35	34	32	31	27	25	23	22	22	22.30
32	24	25	24	26	32	23	26	26	27	25	23	23	21.70
9	10	11	10	13	14	16	20	20	19	22	23	24	21.65
28	29	27	24	22	19	22	22	23	24	26	25	25	21.60
21	21	22	31	29	27	28	33	30	27	28	26	26	21.50
3	6	6	8	7	8	11	16	16	23	23	27	27	21.15
14	13	13	17	15	17	19	25	24	26	27	28	28	20.85
67	53	57	50	43	41	37	37	34	33	31	30	29	20.80
39	33	31	27	26	27	31	27	28	29	29	29	30	20.50
55	40	31	35	33	33	33	30	28	30	30	31	31	20.02
58	43	43	45	41	39	41	38	35	31	32	32	32	19.85
36	37	38	39	35	36	35	32	31	34	34	34	33	19.60
39	36	34	35	37	35	36	35	33	31	33	33	34	19.50
45	40	38	39	39	40	39	36	32	35	35	35	35	18.65
58	48	48	45	45	44	43	43	37	37	37	37	36	17.10
70	56	54	56	49	48	46	44	38	38	38	38	37	16.75
91	74	68	69	59	59	57	51	39	39	39	39	38	15.30

ように変動したかを知ることができる。

同様に、林分 b~f について求めた結果が表-3 の (b)~(f) である。表-1 にみられるように、最終調査時における本数が、林分によって異なるため、その本数が 50 本以上の 4 林分については、全体を示す原表から中間部分を省略し、上位、下位それぞれ 25 本ずつを選び表示した。

なお表-3 における最右欄の数値は、最終時点での残存木の D. B. H. (cm) を示す。

これらの結果をみると、各林分ともに、「調査 1」における順位と最終調査時での順位が意外に

はなれていることが分かる。ある場合として、最終調査時での上位 20 番までに限って調べると、それらの内「調査 1」において同様に 20 番以内にあった立木は、下記のように約半数にすぎない。

林分	a	b	c	d	e	f
本数	12	9	7	9	8	13

最終調査時において 1 番であった立木の「調査 1」における順位をみると、林分 a~f のそれぞれについて、3, 17, 20, 1, 124, 5 番であり、初期から比較的上位であったことが分かるが、林分 e のように当初 124 番のものが急生長しているような例もみられる。

最終調査時まで残った立木の内、「調査 1」において最下位であったものの順位を、表-3 の原表によって調べると表-4 のようであり、可能性としては「調査 1」の時点において相当下位の立木もその後長期にわたって残存し得ることが分かる。

表-4 最下位木の順位

林分	a	b	c	d	e	f
最終調査時の本数	22	60	91	155	123	38
「調査 1」における本数	99	245	269	388	541	158
最下位木の順位	53	218	227	344	462	91

IV. 立木の時間的経過

図-1(a) の (1) は、林分 a について「調査 1」の時点に存在した 99 本の 1 本 1 本について、今回使用したデータをもとに D. B. H. の時間的経過を辿ったものである。横軸は年数、縦軸は D. B. H. の大きさである。

図-1(a) の (2) は、前節でとりあげた最終年度まで残存している 22 本についての経過である。そして (1) の図から (2) の図を除いた分、すなわち林分 a における調査期間中の除去木計 67 本の経過が同図 (3) である。

これらの図から、個々の立木についての経過の詳細を知ることはできないが、(1) の図において各調査時点ごとに D. B. H. の大きさによって順位をつけ、(2) の図の 22 本についてだけ調べ出した結果が、先に示した表-3(a) である。

林分 a に対してと同様に、林分 b~f のそれぞれについて (1), (2), (3) をうち出した結果が、図-1 の (b)~(f) である。

各図の (2) をみると、最終調査時における残存木は広範囲に分布し、その下限値は「調査 1」の時点における下限値より 10 cm 程度増大しているに過ぎないことが分かる。

(1) の図から、間伐による除去木は各時点において、小径木に多いことが分かる。ことに 1 回目の間伐において、その違いは明瞭である。しかし (3) の図をみると、除去木の中には時に大きい立木が含まれていることも分かる。

林分を構成する 1 本 1 本の推移は、データのひとつひとつをくわしく調べれば分かるはずでは

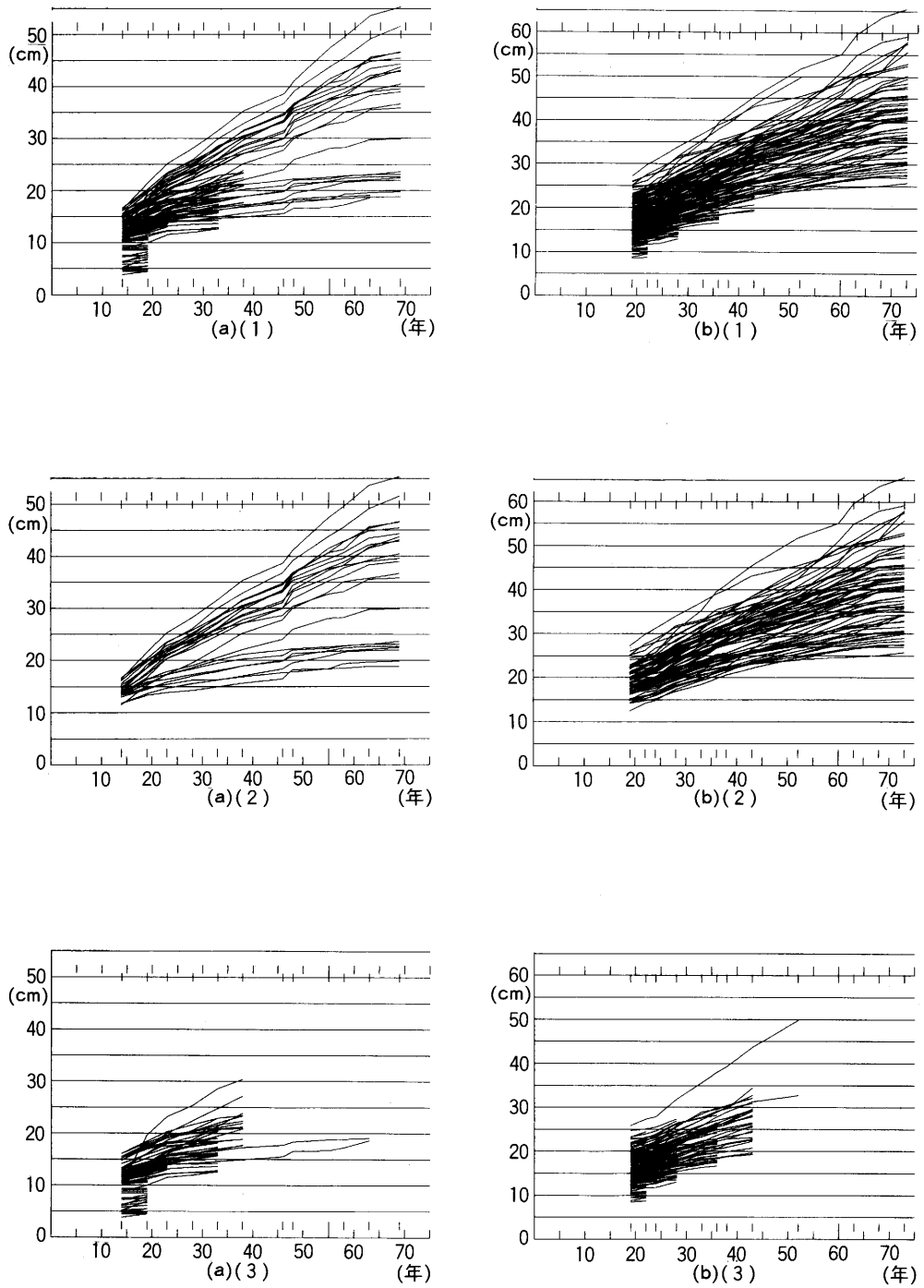


図-1 時間的経過 (その1)
 (a) 林分 a ; (b) 林分 b

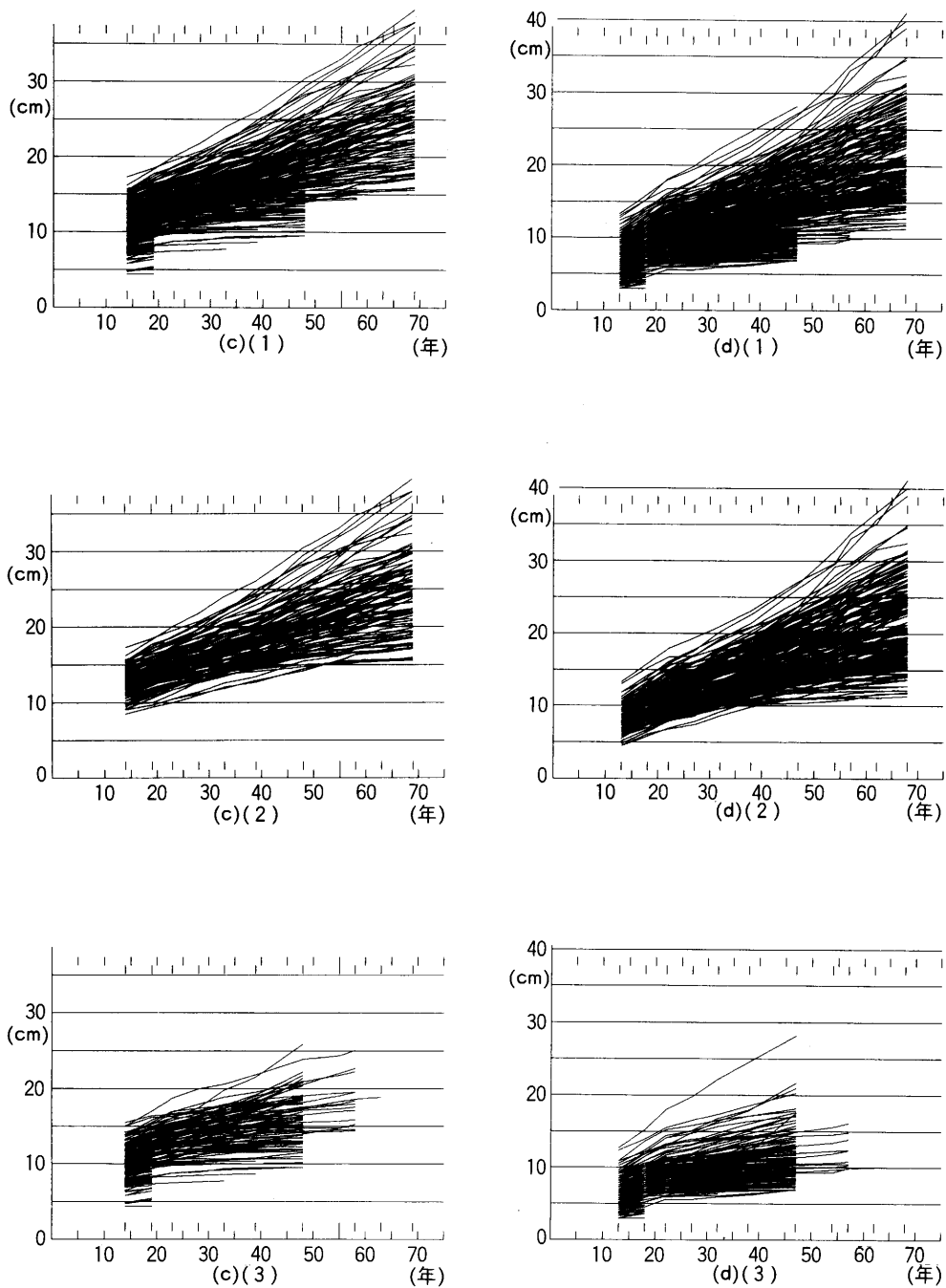


図-1 時間的経過 (その2)

(c) 林分c; (d) 林分d

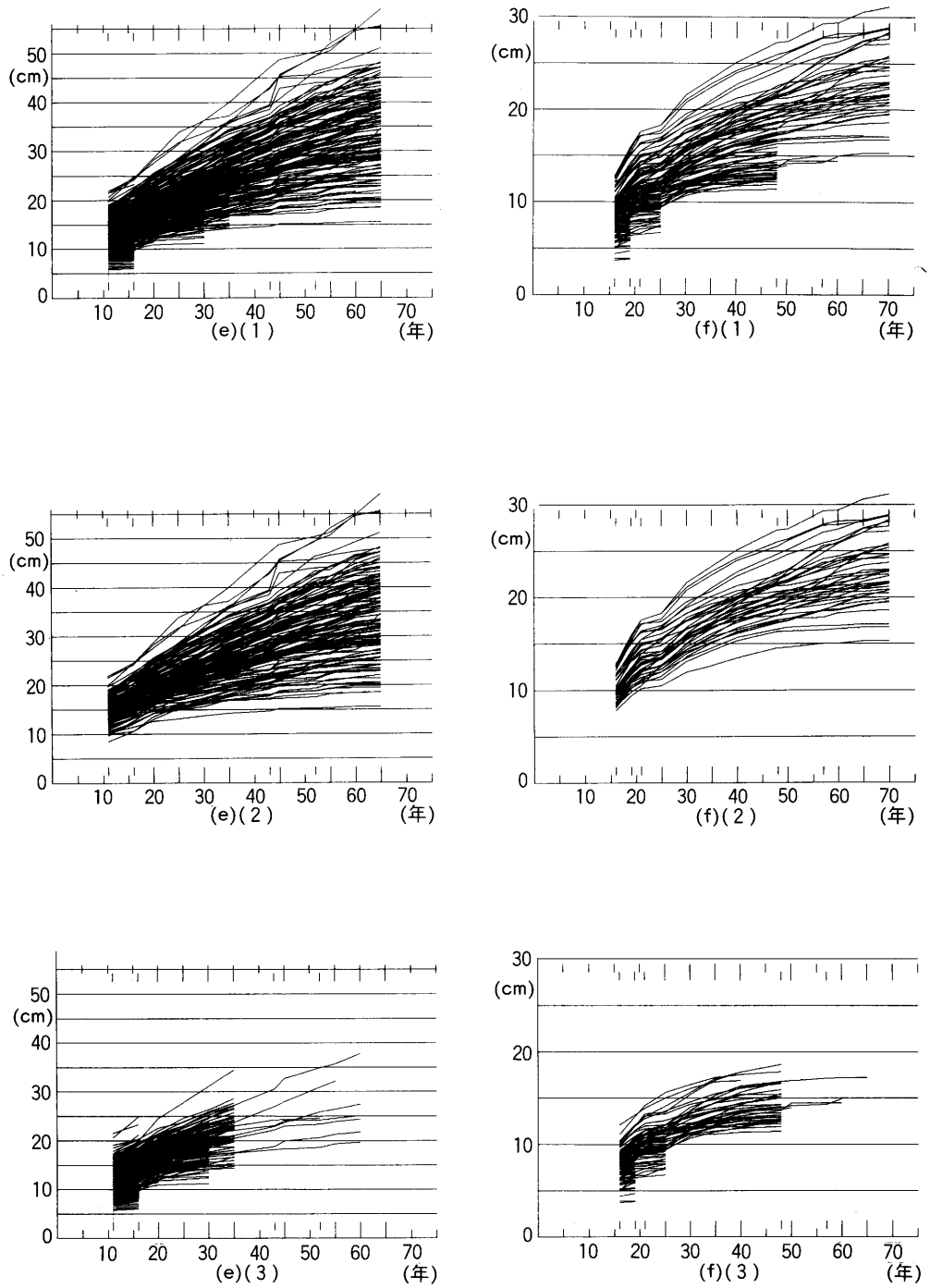


図-1 時間的経過 (その3)
 (e) 林分 e; (f) 林分 f

あるが、全体的な傾向を知るためにはこのように図示した方が明らかに分かりやすい。

なお、本文の事例においては、除去木には間伐木のほか病害木や枯死木も含まれてはいるが、その殆んどが間伐木である。

V. 考 察

前節で示した図-1 についての数値計算結果が表-5 である。表の見方を林分 a の場合を例として説明すると、先ず横最上欄の 1, 2, 3, … は、それぞれの調査時点を示し、縦最左欄の n は、各調査時点での除去木本数を示している。その n 欄の本数ごとに横方向に区分された数値の上欄は

表-5 各時点における平均値、標準偏差および相関係数（その 1）

(a) 林分 a												
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
22	14.20	17.35	19.67	21.54	23.64	25.75	27.98	29.95	32.52	33.50	35.30	36.05
	1.52	2.31	3.24	3.96	4.94	5.90	6.88	7.55	9.10	9.55	10.74	11.28
2	12.10	13.60	14.90	15.23	15.65	16.13	16.63	17.50	17.75	18.10	18.88	
	1.27	1.27	1.27	1.38	1.48	1.66	1.52	1.27	1.41	1.13	0.32	
14	13.56	16.35	18.39	19.58	20.99	22.04						
	2.05	1.92	2.11	2.47	3.10	3.55						
22	12.27	13.98	15.34	15.94	16.56							
	1.74	2.05	2.16	2.44	2.76							
7	11.33	12.44	13.69									
	0.49	0.47	0.37									
32	8.23	8.73										
	2.67	2.70										
r	0.632	0.828	0.927	0.945	0.968	0.979	0.987	0.990	0.996	0.997	0.999	1.000

(b) 林分 b													
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
60	19.29	20.58	21.31	23.87	26.22	27.76	28.58	30.70	33.71	36.86	38.03	39.71	40.66
	3.29	3.44	3.61	3.91	4.28	4.65	4.80	5.29	6.12	7.20	7.85	8.60	9.24
2	23.10	24.25	24.80	27.60	30.70	32.93	34.18	37.45	41.25				
	3.96	4.31	4.38	5.94	6.93	7.18	7.39	8.77	12.09				
25	17.84	18.86	19.33	21.35	23.34	24.46	25.07	26.69					
	2.34	2.35	2.41	2.88	3.15	3.49	3.57	4.19					
1	16.20	17.00	17.00	18.20	19.25	19.65	20.00						
24	16.55	17.35	17.87	19.42	20.62	21.22							
	2.32	2.49	2.66	3.02	3.06	3.32							
69	16.14	16.74	17.08	18.33									
	2.75	2.84	2.97	3.30									
64	13.75	14.19											
	3.01	3.14											
r	0.543	0.589	0.600	0.684	0.775	0.836	0.856	0.915	0.964	0.987	0.992	0.994	1.000

表-5 (その2)

(c) 林分 c

<i>n</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
91	12.34	13.73	14.81	15.82	17.12	18.39	20.55	22.02	22.76	23.67	24.79
	1.84	1.99	2.10	2.26	2.61	2.89	3.67	4.29	4.57	5.02	5.59
1	11.80	13.00	14.10	14.65	15.50	16.10	17.45	18.30	18.60	18.85	
14	12.29	13.55	14.46	15.09	15.81	16.52	17.44	17.90	18.21		
	1.78	1.96	2.13	2.30	2.36	2.52	2.90	3.12	3.28		
64	11.18	12.25	12.98	13.54	14.27	14.89	15.82				
	1.77	1.77	1.86	1.98	2.33	2.69	3.49				
6	10.58	11.35	11.83	11.98	12.12	12.24					
	1.97	2.45	2.93	3.00	3.09	3.20					
2	8.45	8.55	8.70	8.75	8.93						
	1.77	1.77	1.70	1.63	1.66						
1	12.10	12.90	13.00	13.00							
88	9.19	10.00									
	2.08	2.36									
2	12.55										
	2.47										
<i>r</i>	0.493	0.578	0.648	0.745	0.817	0.882	0.954	0.979	0.986	0.996	1.000

(d) 林分 d

<i>n</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
155	7.93	9.63	11.18	12.06	13.49	14.88	16.98	18.40	19.26	20.18	21.25
	1.52	1.81	2.07	2.27	2.49	2.82	3.62	4.33	4.75	5.33	6.02
1	5.80	7.00	7.30	7.75	8.85	8.85	9.30	9.30	9.90	9.95	
9	6.71	8.37	9.38	9.73	10.53	11.07	11.76	12.05	12.32		
	1.66	1.66	1.96	2.02	1.86	1.87	1.96	2.07	2.21		
123	7.04	8.27	9.13	9.51	10.17	10.71	11.42				
	1.64	1.89	2.19	2.38	2.63	2.92	3.48				
17	7.14	8.15	8.79	9.06	9.50	9.79					
	1.59	1.62	1.83	1.98	2.15	2.28					
2	7.45	8.00	8.45	8.73	8.90						
	2.76	2.83	3.32	3.64	3.61						
1	5.20	6.10	6.90	7.05							
2	7.60	9.55	10.75								
	1.27	1.06	1.06								
76	4.90	5.78									
	1.37	1.56									
2	7.90										
	1.27										
<i>r</i>	0.450	0.544	0.641	0.734	0.798	0.866	0.944	0.975	0.986	0.996	1.000

表-5 (その3)

(e) 林分 e

<i>n</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
123	14.81	17.41	19.89	21.88	23.90	25.82	28.52	29.60	31.65	32.31	33.75	34.57
	2.50	2.80	3.31	3.96	4.54	5.12	6.06	6.53	7.32	7.54	8.17	8.55
6	12.87	14.98	16.93	18.40	19.88	20.98	22.58	23.59	24.61	25.17	26.00	
	1.98	1.87	1.90	2.07	2.81	3.58	4.42	5.01	5.70	5.73	6.36	
1	16.10	17.60	19.40	20.85	22.20	23.70	26.95	27.90	30.90	32.15		
1	15.50	16.70	18.60	19.75	21.55	22.95	24.15	24.30	24.60			
61	14.08	16.06	17.87	19.13	20.50	21.54						
	2.01	2.26	2.51	2.88	3.38	3.85						
46	13.53	14.83	16.08	16.79	17.52							
	2.03	2.16	2.26	2.52	2.83							
33	11.78	12.90	14.02									
	1.35	1.51	1.61									
221	11.33	12.37										
		2.71	3.13									
49	7.32											
	2.51											
<i>r</i>	0.614	0.709	0.814	0.887	0.921	0.949	0.972	0.977	0.991	0.992	0.996	1.000

(f) 林分 f

<i>n</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
38	10.27	12.47	13.59	14.30	16.36	17.70	18.96	20.34	20.65	21.78	22.16	22.82	23.22
	1.54	1.85	2.12	2.06	2.25	2.37	2.52	2.77	2.86	3.32	3.38	3.59	3.76
1	8.60	10.20	11.10	11.50	13.65	15.30	16.30	16.80	16.90	17.15	17.20	17.25	
2	8.40	9.55	10.30	10.85	11.83	12.75	13.25	13.80	14.30	14.38	14.70		
	0.14	0.21	0.00	0.07	0.39	0.21	0.28	0.21	0.21	0.11	0.35		
1	10.00	11.50	12.00	12.10	12.30	12.85	13.55	13.75	13.95				
30	8.76	10.32	11.00	11.45	12.68	13.41	13.92	14.36					
	1.09	1.22	1.35	1.51	1.48	1.70	1.87	2.03					
1	12.10	13.20	13.90	15.00	16.05	16.75	16.90						
1	8.30	9.20	10.20	10.30	11.10	11.80							
34	7.73	8.64	8.99	9.26									
	0.96	1.05	1.19	1.19									
50	6.57	6.91											
	1.27	1.43											
<i>r</i>	0.592	0.645	0.667	0.745	0.809	0.857	0.895	0.937	0.947	0.979	0.989	0.997	1.000

D. B. H. の平均を、また下欄はそれらに対応した標準偏差を示している。すなわち、この林分 a は「調査 2」で最初の間伐が行われているが、そのときの除去木本数 32 本が *n* 欄の一番下に示され、その 32 本の「調査 1」および「調査 2」における平均値が 8.23, 8.73 であり、標準偏差が

表-6 残存木の C. V.

林分	調 査 時 点												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
a	0.11	0.13	0.16	0.18	0.21	0.23	0.25	0.25	0.28	0.29	0.30	0.31	-
b	0.17	0.17	0.17	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17	0.18	0.20	0.21	0.22	0.23
c	0.15	0.14	0.14	0.14	0.15	0.16	0.18	0.19	0.20	0.21	0.23	-	-
d	0.19	0.19	0.19	0.19	0.18	0.19	0.21	0.24	0.25	0.26	0.28	-	-
e	0.17	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	0.23	0.23	0.24	0.25	-
f	0.15	0.15	0.16	0.14	0.14	0.13	0.13	0.14	0.14	0.15	0.15	0.16	0.16

2.67, 2.70 として、それぞれ求められる。 $n=32$ のすぐ上の $n=7$ は、「調査3」で除去された本数を示し、その7本について「調査1」, 「調査2」, 「調査3」の各時点における平均値が 11.33, 12.44, 13.69, また標準偏差が 0.49, 0.47, 0.37 として与えられる。したがって、最上欄の $n=22$ に対応した数列が最終時点まで残存した立木(残存木) 22本についての計算値である。

さらに、横最下欄の r は、残存木 22本について、最終時点と他の調査時点 1, 2, ..., 11 との間

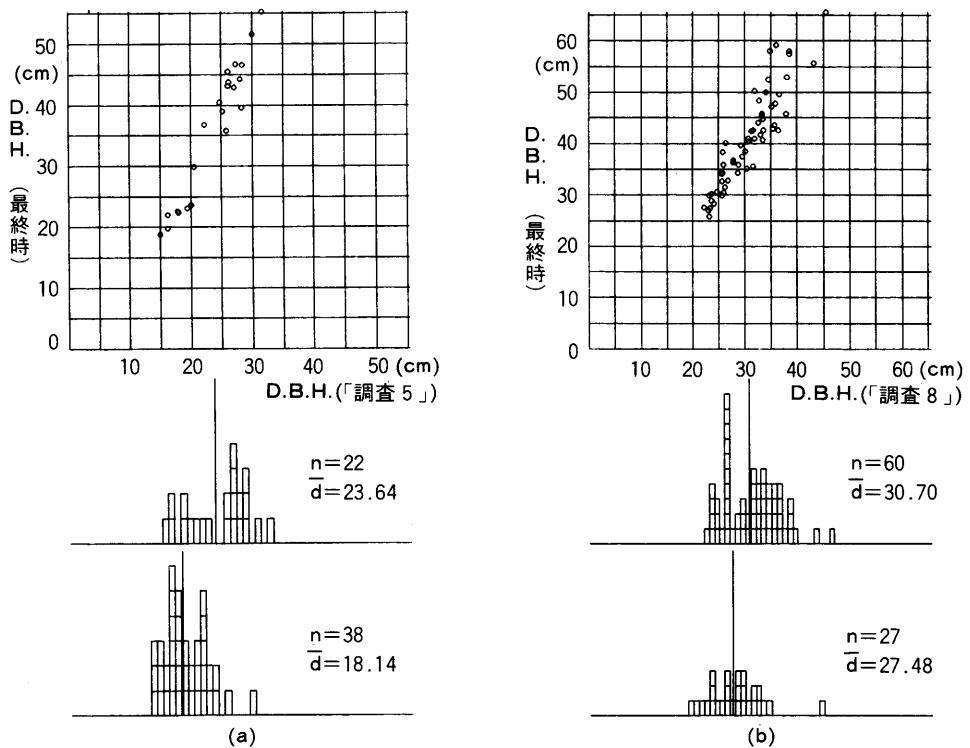


図-2 選別時点における立木の関係(その1)
 (a) 林分 a; (b) 林分 b
 n は本数を, \bar{d} は D.B.H. の平均を, それぞれ示す

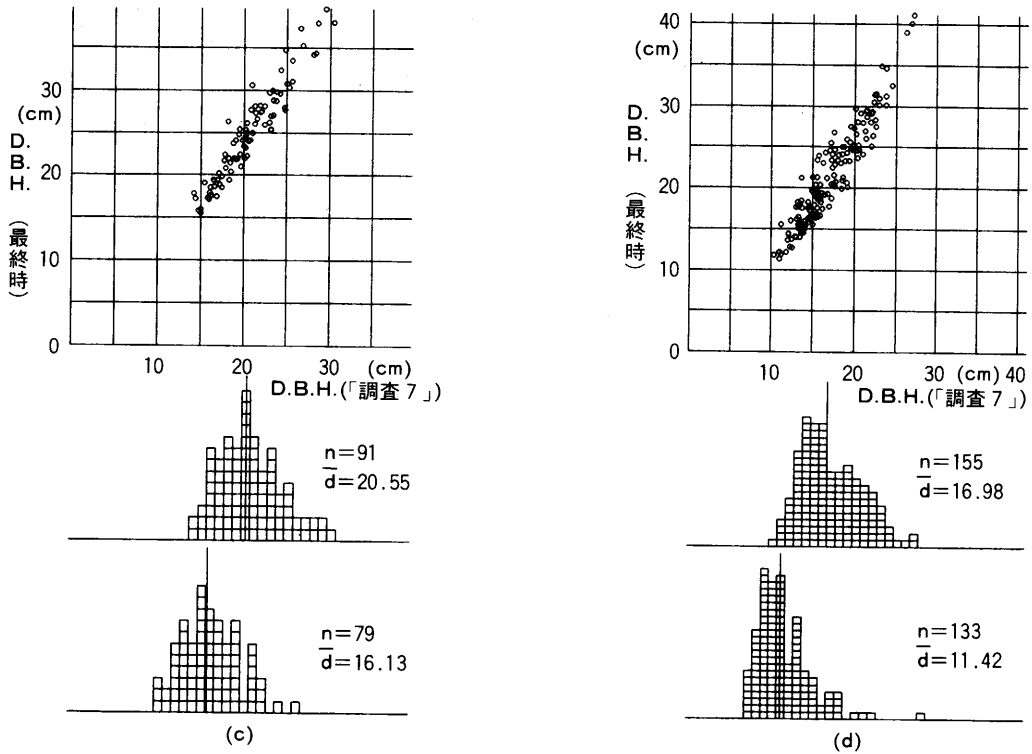


図-2 選別時点における立木の関係 (その2)

(c) 林分c ; (d) 林分d

n は本数を, \bar{d} は D.B.H. の平均を, それぞれ示す

の, D. B. H. の相関係数を示している。

表-5 の計算結果について, 先ず平均値の比較をしてみよう。n が 10 よりも小さいような数列を除いて, 各林分各調査時点ごとの値をみると, 各林分ともに早い時点で除去された立木は平均的に小さいことが分かる。間伐の実際においては, 相対的には径の小さい立木が間伐木として選出されるであろうから (2), 図-1 と対比して, その度合や傾向をみる事ができる。

次に, 残存木についての標準偏差を調べると, 林齢の増加にともなってその値も除除に大きくなっている。これは前節における図-1 (2) の状態についての数値計算である。

表-6 は残存木についての変動係数 (C. V.) である。全体的な傾向として, スギの各林分については, 林齢の増加にともなって C. V. も増大しており, 時間の経過にともなう変化がみられる。ヒノキ林分はただ 1 例であるが, スギの場合とは多少異った傾向を示している。

林分ごとに, 図-1 に示される (1), (2), (3) の各図をみると, およそながら残存木が決まる調査時点が分かる。それらを下記の時点

林 分	a	b	c	d	e	f
調査時点	5	8	7	7	6	8

とし, それらを便宜上選別時点と呼ぶことにすれば, それぞれの選別時点において区分された残

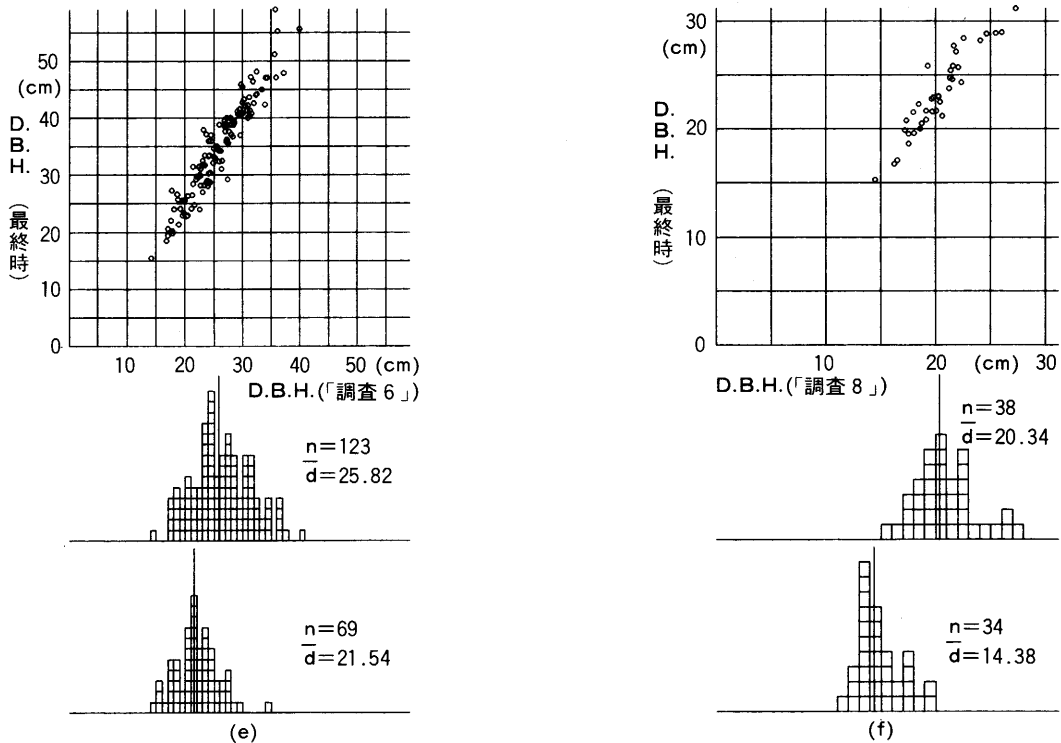


図-2 選別時点における立木の関係 (その3)
 (e) 林分 e; (f) 林分 f
 n は本数を, \bar{d} は D.B.H. の平均を, それぞれ示す

存木とそれ以外の立木についてのヒストグラムが図-2である。

林分 a のヒストグラムを例としてみれば, 「調査 5」(林齢 33 年) において存在した計 60 本の内, 残存木 22 本(上のヒストグラム)と最終時点以前において除去された 38 本(下のヒストグラム)が選別時点での比較として示される。中間の縦線は平均値の所在を示す。同図にはグラフも描いたが, それは残存木について, 選別時点と最終時点における D. B. H. の関係を示している。表-5 によると, 「調査 5」の時点における r は 0.968 であり, グラフはその関係を示している。

各林分について, それぞれ上下のヒストグラムを比べると, 残存木の D. B. H. は除去木のそれよりも大きく, ことにヒノキ林分においてその違いは顕著であるが, しかし分布としてみると広い範囲にわたって重なっていることが分かる。したがって, 選別時点以後における残存木の選択は, 量的な観点に加えて質的あるいは立木配置状況等からの検討が強く作用しているものと考えられる。

要 旨

林分を構成する個々の立木について, それらの長期にわたっての時間的経過を, いくつかの事例について調べた。

用いたデータは, 千葉演習林における森林試験測定地の記録を整理した「林分成長資料」であ

る。本文においては、同資料で紹介されている8個の試験地から6個を選び、それらのデータを林分a~fとして用いた。

各林分に対して、数年おきに11~13回の調査が行われ、各時点における胸高直径（地上1.2m）が測定されたが、その大きさを目安として、各時点における個々の立木の順位を比較することができる。その結果は、若い年代において比較的上位であった立木が、最終の調査時点まで残存する可能性が高いことを示している。また最終調査時点における残存木の胸高直径は、相当広範囲に分布しているが、それを初期の調査時点における分布と比較すると、それぞれの上限値の差は非常に大きい、他方下限値の差はきわめて小さく、10cm程度である。

最初の調査時点に存在した立木について、それら1本1本の推移を図上に示したが、このような図から、林分の全体的な経過を容易に知ることができる。

最終調査時点まで残存した立木について、最終と他の調査時点との間の胸高直径の相関係数を求めると次表のようである。

林分	調 査 時 点												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
a	0.632	0.828	0.927	0.945	0.968	0.979	0.987	0.990	0.996	0.997	0.999	1.000	
b	0.543	0.589	0.600	0.684	0.775	0.836	0.856	0.915	0.964	0.987	0.992	0.994	1.000
c	0.493	0.578	0.648	0.745	0.817	0.882	0.954	0.979	0.986	0.996	1.000		
d	0.450	0.544	0.641	0.734	0.798	0.866	0.944	0.975	0.986	0.996	1.000		
e	0.614	0.709	0.814	0.887	0.921	0.949	0.972	0.977	0.991	0.992	0.996	1.000	
f	0.592	0.645	0.667	0.745	0.809	0.857	0.895	0.937	0.947	0.979	0.989	0.997	1.000

引用文献

- (1) 竹内公男・長谷川茂：千葉演習林における林分生長資料。演習林（東大）**19**: 69~175, 1975。
 (2) 佐藤敬二他：造林学。216 pp, 朝倉書店, 東京, 1973。

(1987年5月26日受理)

Summary

Development over a long time of individual trees, composing a stand, was examined in this paper.

Data were collected in five plantations of *Cryptomeria japonica* and a plantation of *Chamaecyparis obtusa*. Inventory was practiced from eleven to thirteen times for each stand with the interval of several years, and diameters at breast height (1.20 m above ground) were measured at every time.

The order of those individual trees can be compared by using their DBH. The results show that comparatively high-ranking trees in young ages have much possibility of living till final stage. DBH of living trees at final stage is distributed widely. In comparison with the range in young stage, the difference between the values of *supremum* is very large,

however the difference between the values of *infimum* is very small.

The values of coefficient of correlation between the final stage and each of former stages are shown as follows:

Stand	Stage												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
a	0.632	0.828	0.927	0.945	0.968	0.979	0.987	0.990	0.996	0.997	0.999	1.000	
b	0.543	0.589	0.600	0.684	0.775	0.836	0.856	0.915	0.964	0.987	0.992	0.994	1.000
c	0.493	0.578	0.648	0.745	0.817	0.882	0.954	0.979	0.986	0.996	1.000		
d	0.450	0.544	0.641	0.734	0.798	0.866	0.944	0.975	0.986	0.996	1.000		
e	0.614	0.709	0.814	0.887	0.921	0.949	0.972	0.977	0.991	0.992	0.996	1.000	
f	0.592	0.645	0.667	0.745	0.809	0.857	0.895	0.937	0.947	0.979	0.989	0.997	1.000