

(研究資料) 保育形式比較試験－28年間の経過と結果－

保育試験研究班⁽¹⁾

Working Group on Various Thinning Schedule :

Comparative Experiment of Various Thinning Schedule

- Passages and Results during 28 years -

要旨：「林分の密度と成長の法則性」を実証するために、林業用主要樹種であるスギ、アカマツ、カラマツを材料に「保育形式」の比較試験を1959年から全国規模（8か所）で開始した。この試験に採用した保育形式は、植栽本数を4段階（1250, 2500, 5000, 10000/ha）、間伐開始期を12年と21年、間伐回数を2回と3回、伐期本数を2段階（1800, 1000/ha）、調査期間を35年とし、このような組み合わせによって14の保育形式とした。しかし、試験期間中に晩霜や台風などによる気象害、保育不良による被害などによって半数が途中で廃止されたことから、調査期間を28年で中止することになった。アカマツ3試験地とスギ1試験地のいずれにおいても、対象区である10000本/ha区では自然枯死が起り、自然枯死線に沿って本数が減少し、また、両樹種の現存量や成長量は既存の値に近い値が得られた。本数密度と幹材積との間には逆数式の関係が得られ、当初の目的であった「林分密度と成長の法則性（競争密度効果、収量密度効果）」が実証された。しかし、アカマツの既存の密度管理図からはずれる試験地もあり、今後の検討が必要である。

目 次

1	はじめに	10
2	試験の全体計画と経緯	11
3	各試験地の概要・調査方法と結果	12
3. 1	アカマツ久慈試験地（岩手県）	12
3. 2	アカマツ福山試験地（広島県）	14
3. 3	アカマツえびの試験地（宮崎県）	17
3. 4	スギえびの試験地（宮崎県）	22
4	調査結果の総合的検討	26
4. 1	生育経過	26
4. 2	現存量と成長量	26
4. 3	本数密度と幹材積	26
5	おわりに	33

引用文献	33
------	----

1 はじめに

日本の先進林業地では、古くから生産目的に対応して様々な植栽密度と間伐の様式を組み合わせた密度管理を実施してきた。例えば宮崎県の飢肥では船の構造材など、大径材を早く生産するためにha当たり1000本台の疎植・無間伐の施業を行っていた。また奈良県の吉野では、年輪幅が緻密でよくそろった良質材の生産のためにha当たり10000本に及ぶ密植と多間伐を行う施業を実施している。坂口ほか(1964)はこのような生産目的に照らした植栽から収穫までの密度管理に関する森林の扱い方を「保育形式」と呼んだ。

1950年代に大阪市立大学の研究グループを中心に「植物の密度と成長」に関する研究が進められ、その基本的法則性が明らかにされた(吉良ら, 1960)。当初は1年生草本を材料にした実験結果であったが、その法則性は林木にも当てはまることが分かり、1950年代の後半から1960年代にかけて林業の分野で密度管理に関する研究が盛んに行われるようになった。

本研究は、上記の「林分の密度と成長の法則性」を実証するために、1959年から1963年の間に、国立林業試験場(現森林総合研究所)が林野庁と共同して「保育形式」の比較試験として、林業用主要樹種であるスギ、アカマツ、カラマツについて35年間を試験期間として全国規模で開始したものである。試験開始当時は量的生産を高めることに関心が高く、主要樹種の中でも成長の早い上記3樹種が試験対象木に選ばれた。

しかし、試験期間中に晩霜や台風などによる気象被害、保育不良によるつる被害、病虫害、不適土壤による植栽木の生育不良などによって設定した試験地のうち約半分が途中で廃止された。残存した試験地も28年生の林分調査をもって最終調査とし、取りまとめることとした。35年の計画を28年と短縮した理由としては、試験地の管理の負担が大きくなり、今後も諸被害を受ける可能性があること、林齢が増して林分構造が大きくなるにつれて測定にかかる労力が大きくなること、試験地設定当時の職員がいなくなり、取りまとめがしにくくなること、28年生までのデータでも研究目的に十分応えられると見なせること、などである。

本研究は、試験地設定からおよそ30年近くにわたって続けられてきたが、その間の試験地の管理・保育あるいは調査には営林局、旧林業試験場、森林総合研究所などの多くの方々にご協力をいただいた。心から謝意を表する。

なお、この間1999年4月に国有林野行政の大幅な改革があり、組織機構および機関名の変更があったが、本報告書の試験地が所在した機関および林班等の呼称は試験地設定当時のものである。

2 試験の全体計画と経緯

表1のように、スギ、アカマツ、カラマツの3樹種について北海道から九州までの6営林局、7営林署管内の国有林に試験地を設定した。この試験に採用した保育形式は、表2に示すように、植栽本数を4段階、伐期本数（35年）を2段階とした。間伐は2500本/ha以上の植栽区について行い、その間隔は7年とし、間伐開始期を14年と21年とした。調査期間を35年としたので、間伐回数はそれぞれ3回と2回になる。このほか無間伐区を設けて比較検討することとした。このように、植栽本数、伐期本数、

表1. 保育形式比較試験地一覧表

樹種	担当機関			所在地 県	面積 (ha)	植栽年度	試験地の存続
	試験場	営林局	営林署				
カラマツ	北海道支場	札幌	苫小牧	北海道	35.8	1958年5月	途中廃止（先枯病）
	本場	長野	岩村田	長野県	28.4	1962年4月	途中廃止（つる、晩霜、台風）
アカマツ	東北支場	青森	久慈	岩手県	17.2	1959年4月	存続
	関西支場	大阪	福山	広島県	3.0	1960年3月	存続
		大阪	西条	広島県	2.5	1960年3月	途中廃止（瘠悪土壌で成長不良、虫害）
	九州支場	熊本	加久藤	宮崎県	14.4	1962年3月	存続
スギ	本場	前橋	今市	栃木県	15.1	1961年4月	途中廃止（寒風害）
	九州支場	熊本	加久藤	宮崎県	17.4	1963年2月	存続

表2. 試験設計

符号	植付本数 (本/ha)	伐期本数 (本/ha)	間伐開始年	間伐回数 (回)	予定間伐率 (%)
A	1250	無 間 伐			
B	2500	無 間 伐			
C 1		1000	14	3	26
C 2		1000	21	2	36
D 1		1800	14	3	10
D 2		1800	21	2	14
E	5000	無 間 伐			
F 1		1000	14	3	40
F 2		1000	21	2	50
G 1		1800	14	3	27
G 2		1800	21	2	34
H	10000	無 間 伐			
I		1000	14	3	47
J		1800	14	3	39

間伐開始年（間伐回数）の組み合わせによって14の保育形式となるが、林分解析調査を7年目ごとに行い、3回繰り返し（一部省略）としたため、調査区数は118となっている。しかし、福山・西条のアカマツ試験地は面積に制約があって9の保育形式となった。試験区（試験設計）の詳細についてはそれぞれの試験地ごとに後述する。

当初の試験設定にあった試験地のうち、スギの栃木県今市試験地、カラマツの北海道苫小牧試験地、カラマツの長野県岩村田試験地は、つる被害、晩霜害、台風被害などで途中で廃止され、また、西条試験地は試験の初期段階で幹の上部にマツモグリカイガラムシなどの害虫の被害を受け、被害木が伐採され、立木本数が減少したことから、土壌が瘠悪で成長が不良であることにより、解析から除いた（表1）。

ここでは最終調査まで存続した試験地についてのみ取りまとめを行った。取りまとめ責任者は、久慈アカマツ林については、東北支場造林研究室の森麻須夫、斉藤勝郎、佐藤昭敏、大住克博、瀬川幸三、福山アカマツ林については、関西支場造林研究室の山本久仁雄、河原輝彦、加茂皓一、井鷲裕司、清野嘉之、えびのアカマツ林とスギ林については、九州支場造林研究室の上中作次郎、埴田宏、中村松三、西山嘉彦、田内裕之である。この報告はデータ集の性格を持たせ、今回は詳細な検討や結論を避けることとした。なお、本報告は、藤森隆郎と河原輝彦が各支所から提出された各試験地の報告書を集約したものである。

3 各試験地の概要・調査方法と結果

3. 1 アカマツ久慈試験地（岩手県）

3. 1. 1 試験地の概要

試験地は岩手県北東部の太平洋岸に位置する青森営林局久慈営林署186林班は小班（侍浜第1分地）、183林班は小班（侍浜第2分地）、95林班ち、り1、り2小班（三崎第3分地）の3箇所に1958年に設定された。侍浜第1分地は南向きの緩傾斜地で、起伏の小さい緩やかな波状地形をなしている。侍浜第2分地も南側の一部を除くと平坦ないしは緩傾斜地である。三崎第3分地は東に突き出た台地状の半島部にあり、一部にV字型に刻まれた浸食谷が見られるが、全体としては平坦ないし緩傾斜地である。土壌は、侍浜地区が花崗岩、三崎地区がひん岩を母材とするが、両地区とも火山性ロームを主体とする段丘堆積物によって覆われており、化学的性質にほとんど差がみられない。試験地全体としては、弱酸性の適潤性から弱乾性の黒色土ないしはその退化型によって占められている。地位はいずれも岩手地方アカマツ林収獲予想表で上に位置する。

3. 1. 2 試験設計

試験期間を35年とし、表2に示すように植栽本数を4段階、間伐区の伐期本数を2段階として設計した。間伐は2500本/ha以上植栽した区について行うこととし、間伐開始期を14年と21年とした。間伐間隔は7年とし、各回の本数間伐率は保育形式ごとに一定となるようにした。各植栽本数について無間伐区を設けた。試験設計の詳細は、林業試験場本場・青森支場造林研究室（1959）、及び加藤ほか

(1967) に記されている。

3. 1. 3 試験地の経過

1959年4月に試験設計に基づいて植栽した。植栽後2年間は、現地に仮植した同じ苗木を用いて補植を行った。また植栽後4年間は年1回の全刈りによる下刈りを行った。間伐は試験設計に沿って14年生、21年生段階で実施した。2回目の間伐率は予想した枯損本数のずれなどから、1回目の間伐率と必ずしも一致しなかった。定期調査は7、14、21年生段階で実施したが、7年生段階の調査結果はすでに報告した（林試東北支場年報8、1967）。

3. 1. 4 調査内容

調査区内の全立木について14、21年生段階に胸高直径と樹高を調査した。林分解析調査は、14年生時は各ブロックとも無間伐形式の解析区4プロットについて、また21年生時には各ブロックとも無間伐形式と3回間伐形式の6プロットを合わせた10プロットについて、胸高直径階に応じた標本木を7、8本選んで層別刈取り法により現存量調査を行った。

3. 1. 5 調査結果

7、14、21年生時の林分の諸数値を表3に示し、各プロットごとに D^2H に対する地上の各部分量の相対成長関係によって求めた林分現存量を表4に示した。また、林分の地上部の部位ごとの純生産量を表5に示した。

3. 1. 6 発表文献

本場造林研究室、支場造林研究室(1959)：アカマツ保育形式比較試験久慈試験地設定報告。研究たより（林試東北支場青森連絡室），106，1～6

加藤亮助，森麻須夫，佐藤昭敏，樋口国雄（1963）：東北地方における森林の保育技術に関する研究，昭和47年度林試東北支場年報，32～33

森麻須夫（1980）：保育形式比較試験（第3回定期調査），昭和54年度林試東北支場年報，43～44

表3. アカマツ久慈試験地の現況

7年生													(ha当たり)			
プロット	ブロックⅠ					ブロックⅡ					ブロックⅢ					
	本数 (本)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	断面積合計 (m ²)	幹材質 (m ³)	本数 (本)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	断面積合計 (m ²)	幹材質 (m ³)	本数 (本)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	断面積合計 (m ²)	幹材質 (m ³)	
A	1236	3.7	2.7	1.50	5.1	1244	4.9	2.7	2.60	5.4	1227	4.0	2.8	1.65	4.0	
B	2485	3.5	2.5	2.60	8.9	2469	3.5	2.4	2.59	10.2	2482	3.9	2.9	3.02	8.3	
E	4937	4.6	3.2	8.67	17.6	4966	3.0	2.3	2.79	17.3	4778	4.1	3.2	6.94	15.1	
H	9750	3.2	2.7	8.18	21.3	9754	3.8	3.1	11.90	26.3	9772	3.6	3.0	10.56	22.9	
14年生																
A	1394	13.1	7.1	20.04	64.0	1346	12.9	6.7	18.21	55.1	1514	11.4	5.7	16.85	45.6	
B	2457	10.4	7.0	25.76	87.5	2500	12.6	7.4	31.80	110.5	2455	12.1	6.3	29.24	87.4	
E	4583	10.3	7.8	39.26	142.6	5000	9.2	7.2	34.48	118.7	4750	10.1	6.6	39.08	122.4	
H	10125	7.5	7.1	47.10	170.1	9012	8.0	7.4	47.53	176.7	8824	7.7	6.4	43.36	139.7	
21年生																
A	1295	18.5	13.6	36.86	221.6	1250	19.6	14.4	39.29	267.2	1409	16.6	10.3	32.95	165.6	
B	2366	15.1	13.2	44.88	277.3	2455	15.8	13.3	49.91	315.1	2232	16.0	10.8	46.76	253.5	
C	1714	17.3	13.5	41.12	255.7	1893	17.1	13.5	44.69	272.9	1893	16.5	11.4	41.48	244.5	
D	2188	15.8	13.4	45.16	292.4	2188	17.1	13.7	51.42	343.5	2098	16.5	10.9	47.34	251.8	
E	4500	12.5	13.0	58.04	344.1	3714	12.6	13.2	49.23	329.8	3929	13.2	11.8	50.03	331.8	
F	2850	14.4	14.1	47.93	306.0	2800	14.5	14.2	47.38	348.6	2550	14.6	11.4	48.86	245.1	
G	3438	13.6	13.8	51.47	345.1	3403	13.6	14.0	50.23	336.6	3438	13.2	11.4	48.75	272.2	
H	7054	9.4	11.7	51.62	303.1	6066	10.2	12.8	52.54	336.0	7143	10.2	11.3	60.90	350.0	
I	4583	11.3	13.8	48.97	309.8	4297	11.8	13.0	48.73	319.2	4375	12.2	11.9	52.65	329.1	
J	5000	11.0	12.5	48.85	314.1	5000	11.2	12.6	50.43	324.3	5179	11.2	11.7	52.58	306.2	

表4. アカマツ久慈試験地の林分現存量

7 年生									(ton/ha)			
プロット	ブロックⅠ				ブロックⅡ				ブロックⅢ			
	幹	枝	葉	合計	幹	枝	葉	合計	幹	枝	葉	合計
A	1.98	2.71	1.93	6.62	2.06	2.71	2.00	6.70	1.55	2.20	1.64	5.39
B	3.41	4.02	3.53	10.96	3.81	4.02	3.95	11.36	3.21	3.69	3.36	10.26
E	6.38	5.56	4.05	15.99	6.22	5.56	4.00	15.83	5.47	4.93	3.67	14.07
H	8.28	4.44	3.93	16.65	10.00	4.44	4.56	18.37	8.87	4.87	4.19	17.93

1 4 年生												
A	21.77	15.99	6.59	44.35	18.95	13.00	5.49	37.44	15.95	9.99	4.44	30.38
B	30.12	10.87	7.00	47.99	37.43	15.01	8.85	61.29	29.90	11.21	6.98	48.09
E	49.61	14.70	7.75	72.06	41.63	10.53	6.08	58.24	42.83	11.24	6.36	60.43
H	60.13	11.16	6.97	78.26	62.35	12.79	7.57	82.71	49.42	8.71	5.60	63.73

2 1 年生												
A	75.39	17.48	7.83	100.70	86.14	21.64	9.31	117.09	54.09	10.91	5.60	70.60
B	96.37	13.03	7.63	117.03	105.37	15.51	10.33	131.21	85.13	16.00	7.57	108.70
C	87.74	13.00	7.71	108.45	94.39	12.33	6.97	113.69	79.45	17.48	9.66	106.59
D	96.22	17.85	8.39	122.46	117.36	18.05	9.93	145.34	84.02	13.68	7.84	105.54
E	116.19	11.84	7.38	135.41	115.98	10.88	9.04	135.90	109.65	14.24	9.45	133.34
F	107.77	15.97	9.06	132.80	115.12	15.01	8.60	138.73	78.71	13.99	6.78	99.48
G	120.16	13.47	8.72	142.35	117.14	11.85	8.52	137.51	90.72	9.14	6.94	106.80
H	107.12	8.03	6.19	121.34	120.95	9.67	7.38	137.90	118.80	13.12	8.20	140.12
I	107.27	10.32	7.20	124.79	110.35	11.01	9.07	130.43	112.02	13.27	9.32	134.61
J	114.26	9.37	6.39	130.02	112.46	12.36	8.63	133.45	102.21	8.46	6.72	117.39

———, 齊藤勝郎, 桜井尚武, 佐藤昭敏, 瀬川幸三 (1981) : 保育形式比較試験 (第3回定期調査), 昭和55年度林試東北支場年報, 40

———, ——— (1981) : 久慈アカマツ保育形式比較試験の経過と現状, 林業試験場東北支場たより, 230, 1~4

片岡健次郎, 栗田稔美, 大原偉樹, 森麻須夫 (1982) : アカマツ保育形式比較試験地の冠雪害, 林試東北支場たより, 249, 1~4

3. 2 アカマツ福山試験地 (広島県)

3. 2. 1 試験地の概要

試験地は広島県甲奴郡上下町二森, 福山営林署管内上下担当区中山国有林16へ・と林小班に設定された。試験地は標高が500m, 傾斜が0~5°で, ほぼ平坦であり方位は南西である。石英斑岩を母材とし, 土壌はBD型である。地位は中国内海地方アカマツ林の収穫予想表で中に位置する。

表5. アカマツ久慈試験地の林分成長量

1 4 年 生										(ton/ha/yr)			
プロ ット	ブロックⅠ				ブロックⅡ				ブロックⅢ				
	幹	枝	葉	合計	幹	枝	葉	合計	幹	枝	葉	合計	
A	4.89	5.18	4.03	14.73	4.28	4.81	3.37	12.46	3.63	3.76	2.69	10.08	
B	6.17	4.14	3.62	13.93	7.67	5.60	4.62	17.89	6.13	4.24	3.63	14.00	
E	8.61	4.96	4.71	18.28	6.39	3.70	3.70	14.33	7.21	3.92	3.87	15.00	
H	8.76	3.63	4.46	16.85	9.70	4.00	4.85	18.55	6.97	2.89	3.58	13.44	

2 1 年生												
A	6.15	5.11	4.77	16.03	7.79	6.06	4.66	18.51	5.39	5.92	3.32	14.63
B	7.56	4.37	3.72	15.65	9.16	5.12	5.05	19.33	7.49	4.55	4.42	16.46
C	7.72	3.89	4.03	15.64	7.45	3.83	3.66	14.94	6.32	5.22	4.52	16.06
D	8.31	4.59	4.07	16.97	9.67	5.56	4.89	20.12	6.64	3.94	4.33	14.91
E	7.28	3.61	3.91	14.80	11.90	3.83	5.26	20.99	8.77	4.51	5.90	19.18
F	8.25	5.00	4.95	18.20	8.04	4.33	4.25	16.62	5.64	4.13	3.62	13.39
G	8.89	4.24	4.56	17.69	8.41	4.29	4.22	16.92	5.96	3.09	4.10	13.15
H	7.46	3.04	3.40	13.90	8.63	2.88	4.14	15.65	7.91	4.33	5.30	17.54
I	8.32	2.98	4.02	15.32	9.93	4.79	5.12	19.84	9.15	4.02	5.10	18.27
J	7.30	2.96	3.36	13.62	8.23	4.57	4.41	17.21	6.89	2.49	3.43	12.81

3. 2. 2 試験設計

地形上の制約があつて大面積の試験地がとれなかつたので、当初の計画を縮小し、9保育形式の設計で行つた。植栽は、1960年2月に行い、植栽本数は、ha当たり2500本、5000本、10000本である。

3. 2. 3 試験地の経過

1970年8月の台風による被害とその後に発生した冠雪害の影響によって、3つのプロット（G1, H, J）で立木本数が著しく減少し、試験の継続が難しくなつたので、それらを廃止し、試験設計を9形式から6形式に変更した。そのため、当初の設計指針に沿つた間伐や林分解析は出来なかつた。

3. 2. 4 調査内容

定期調査は、調査書に基づき7年ごとに4回（1966, 1973, 1980, 1987年）行つた。測定項目は全立木の胸高直径と樹高である。

3. 2. 5 調査結果

各プロットの調査年別の立木本数、平均胸高直径、平均樹高、林分材積を表6に示した。

3. 2. 6 発表文献

森下義郎, 山本久仁雄(1963): アカマツ保育形式比較試験, 林試関西支場年報, 4, 57～66

山本久仁雄, 河原輝彦, 加茂皓一(1983): 保育形式比較試験と合短試験のその後の経過と現況, 林試関

表6. アカマツ福山試験地の生育状況

7年生

プロット	本数 (本/ha)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	材積 (m ³ /ha)
B	2500	4.4	3.2	7.5
E	5000	3.7	3.0	15.0
F1	5000	4.6	3.5	15.0
F1	4959	4.5	3.4	14.9
G1	4935	4.4	3.4	14.8
H	10000	3.6	3.3	30.0

14年生

プロット	本数 (本/ha)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	材積 (m ³ /ha)
B	2321	9.8	6.8	69.6
E	4727	8.5	6.6	105.7
F1	4463	8.1	6.8	89.3
F1	4215	8.5	6.9	84.3
G1	4481	8.0	7.0	89.6
H	7411	6.2	6.3	111.1

21年生

プロット	本数 (本/ha)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	材積 (m ³ /ha)
B	1607	13.2	11.1	128.6
E	3091	10.4	10.5	139.0
F1	2479	11.5	10.6	173.5
F1	2273	12.6	11.0	159.1
G1	2857	11.7	11.3	199.9
H	4464	9.5	9.9	178.6

28年生

プロット	本数 (本/ha)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	材積 (m ³ /ha)
B	1428	15.4	13.9	185.6
E	2571	12.0	13.2	205.7
F1	1837	14.3	13.8	202.1
F1	1686	14.7	14.4	219.2
G1	2294	13.9	13.8	252.3
H	2441	12.3	12.9	195.3

西支場年報, 25, 35～40

河原輝彦, 加茂皓一, 清野嘉之, 井鷲裕司(1987): アカマツ保育形式比較試験の経過と結果, 林試関西支場年報, 29, 51～54

3. 3 アカマツえびの試験地（宮崎県）

3. 3. 1 試験地の概要

試験地は宮崎県えびの市白鳥, えびの営林署白鳥国有林68つ林小班に設定された。前生林は成長旺盛なスギ人工壮齡林であった。地形は飯盛山（標高846m）の東山麓に位置する小起伏のある広い平地と一部緩傾斜地で, 標高は620m, 方位は南東, 傾斜は5～15°であり, 土壌は安山岩を母材とするB1b型である。地位は上に位置する。

3. 3. 2 試験設計

14保育形式の46プロットの3反復, 計138プロットを設定した。植栽は1962年3月に実施した。用いた苗木は, えびの営林署で養成したキシマアカマツの2年生苗である。

3. 3. 3 試験地の経過

1962年8月に活着調査を行った結果, 活着率は99%であった。1975年11月の第2回定期調査で, 広葉樹の侵入・再生が著しく, 調査の続行が困難なことから8プロットを廃止した。下刈りは植栽年から3年続けて実施し, 除伐, つる切りは, 1968, 1975, 1982年の定期調査時に実施した。7, 14, 21, 26年生時の定期調査を, 1968, 1975, 1982, 1987年の10, 11月に実施した。

マツノザイセンチュウによる被害が1985年頃から散生的に発生し始め, 1987年には試験地内で約300本の被害木が発生した。1987, 1988年に被害木を伐倒, 薬剤散布した後搬出した。しかし, 26年生時の最終調査時にわずかな影響を受けただけに止まった。

3. 3. 4 調査内容

第1回, 第2回調査時に地上部現存量と生産構造解析を行った。第1回では12プロット各8本ずつの96本, 第2回は12プロット各5本ずつの60本について行った。土壌条件が良好で成長がよく, 競争が予想よりも早く生じたため, 間伐開始年, 回数, 間伐率ともに計画よりも大きく異なることとなった。

3. 3. 5 調査結果

7, 14, 21, 26年生の諸数値を表7に, 林分諸器官の現存量を表8に示した。

3. 3. 6 発表文献

尾方信夫, 長友安男, 上中作次郎, 竹下慶子(1967): アカマツ保育形式比較試験えびの試験地定期調査（第1回）の概要, 林試九州支場年報, 11

———, 上中作次郎, 飯盛功, ———(1976): アカマツ保育形式えびの試験地第2回定期調査結果, 林試九州支場年報, 18

———, ———, ———, ———(1977): アカマツ保育形式えびの試験地における植栽密度ごとの生長量, 現存量, 日林九州支論, 30, 167～168

埴田宏, 尾方信夫, 上中作次郎, 竹下慶子, 中村松三(1983): えびのアカマツ保育形式比較試験地21年目の現状, 林試九州支場年報, 25

表7-1. アカマツえびの試験地の林分状況

プロット	ブロックⅠ					ブロックⅡ					ブロックⅢ					(ha)	
	本数 (本)	平均 直径(cm)	平均 樹高(m)	胸高断 面積(m ²)	幹材積 (m ³)	本数 (本)	平均 直径(cm)	平均 樹高(m)	胸高断 面積(m ²)	幹材積 (m ³)	本数 (本)	平均 直径(cm)	平均 樹高(m)	胸高断 面積(m ²)	幹材積 (m ³)		
A-7	1224	7.5	4.4	5.75	16.6	1199	7.2	4.1	5.16	14.2	1224	6.7	4.0	4.73	12.9		
B-7	2296	6.4	4.3	8.01	23.1	2398	7.0	4.6	9.96	30.8	2500	6.7	4.7	9.27	28.7		
E-7	5000	6.0	4.5	14.44	43.1	4821	6.0	4.6	14.18	43.1	5000	6.1	5.0	15.37	50.5		
H-7	8571	5.2	4.4	19.28	58.2	8393	4.3	4.3	13.69	42.2	9286	4.6	4.5	17.11	54.4		
A-14	1250	7.2	4.2	5.47	15.1	1173	7.9	4.5	6.07	17.7	1250	7.3	4.8	5.49	17.3		
B-14	2347	6.8	4.5	8.99	26.8	2449	6.6	4.3	8.66	24.7	2347	5.7	4.6	6.43	20.6		
E-14	4911	5.7	4.6	13.27	40.8	4911	5.0	4.3	10.53	32.1	4821	5.5	4.6	12.33	38.8		
H-14	10000	4.6	4.7	18.77	57.5	9375	4.8	4.4	17.90	55.8	7419	3.9	4.1	10.04	30.8		
A-21	1173	7.4	4.4	5.19	14.8	1224	7.4	4.2	5.39	14.8	1148	7.0	4.4	4.79	14.0		
B-21	2500	7.2	4.4	10.68	31.1	2411	7.0	4.7	9.07	29.9	2500	6.6	4.9	9.02	28.8		
C1-21	2400	5.9	3.9	7.10	19.3	2500	7.2	4.7	10.66	32.2	2450	6.7	4.7	9.13	28.2		
D1-21	2500	6.3	4.2	8.30	23.7	2500	6.6	4.4	8.90	25.5	2366	5.8	4.2	6.70	19.5		
E-21	4609	5.7	4.4	12.66	38.2	4453	4.7	3.8	8.21	22.1	4375	5.1	4.7	9.52	31.8		
F1-21	4630	5.5	4.4	12.08	36.2	4815	5.6	4.4	12.66	40.0	4815	5.5	4.8	11.98	39.2		
G1-21	4907	5.8	4.4	13.77	41.6	4907	5.4	4.1	11.80	33.2	4717	5.4	4.2	11.46	33.2		
H-21	9167	4.7	4.4	17.43	54.1	9833	4.0	3.9	13.44	38.5	9200	4.7	4.9	17.26	59.6		
I-21	9434	4.7	4.3	17.75	53.7	9444	4.5	4.5	16.72	53.4	9400	4.5	4.3	16.04	47.5		
J-21	8361	4.6	4.2	15.63	47.6	9242	4.6	4.6	16.40	52.6	9400	4.1	4.4	13.21	41.2		
A-28	1250	7.7	4.2	5.94	16.1	1250	7.0	4.3	5.42	15.2	1250	7.8	4.8	6.36	19.8		
B-28	2366	5.9	4.1	7.04	19.8	2411	5.5	3.8	6.14	16.3	2500	6.8	4.3	9.48	27.0		
C1-28	2407	7.1	4.5	9.96	28.9	2454	6.1	4.1	7.69	21.4	2454	6	4.4	7.23	21.2		
C2-28	2500	7.7	4.7	12.03	36.5	2454	6.3	4.4	7.89	23.2	2500	6.5	4.3	8.90	25.7		
D1-28	2411	7.2	4.2	10.29	28.8	2500	6.2	4.1	8.01	21.1	2500	6.5	4.3	9.01	26.2		
D2-28	2344	6.9	4.2	9.16	25.6	2452	6.8	4.4	9.43	27.8	2500	6.4	4.2	8.44	24.0		
E-28	4206	5.6	4.2	11.61	33.6	4722	5.0	4.2	10.14	30.1	5000	5.5	4.8	12.35	39.8		
F1-28	4900	5.9	4.2	13.99	38.9	3958	5.4	3.7	10.26	27.6	4444	5.2	4.3	9.84	29.3		
F2-28	4800	5.1	4.1	10.61	29.9	4727	5.4	4.2	11.70	34.1	5000	5.8	4.9	13.63	45.0		
G1-28	5000	5.5	4.2	13.01	37.3	4917	5.9	4.6	14.03	43.6	4333	5.3	4.6	10.53	33.7		
G2-28	4352	5.7	4.3	12.12	34.9	4907	5.4	4.4	11.98	36.5	4818	6.1	4.8	14.43	42.8		
H-28	9167	4.7	4.4	17.05	51.0	8889	4.9	4.4	18.06	56.0	8958	3.9	3.8	11.44	30.3		
I-28	9219	4.7	4.3	17.37	52.6	9531	5.0	4.7	20.09	65.9	8906	4.2	3.9	13.83	39.4		
J-28	9655	4.3	4.0	15.60	45.3	9286	4.6	4.4	16.94	43.2	8065	4.1	4.0	11.02	32.2		
A-35	1228	6.4	3.9	4.2	10.9	1205	6.6	3.9	4.36	11.4	1250	8.2	4.6	6.89	20.5		
B-35	2366	6.8	4.1	9.02	25.5	2455	5.8	4.1	7.00	20.0	2411	7.0	4.4	9.87	28.7		
C1-35	2361	6.3	4.3	7.95	23.0	2176	6.1	4.0	6.84	18.7	2400	6.6	4.6	8.60	25.9		
C2-35	2222	6.9	4.6	8.80	26.7	2350	6.1	4.1	7.40	20.9	2450	7.1	4.7	10.31	32.5		
D1-35	2353	6.7	3.9	9.02	24.1	2421	6.9	4.4	9.47	27.3	2500	7.7	4.8	11.86	35.8		
D2-35	2455	6.7	4.2	9.17	25.7	2296	6.0	4.2	7.06	19.3	2366	6.8	4.4	8.94	25.7		
E-35	4900	5.8	4.2	13.56	38.4	4750	6.1	4.4	15.06	45.0	4900	5.8	4.9	13.79	45.2		
F1-35	4474	5.7	4.3	20.93	35.7	4844	5.7	4.5	12.84	38.5	4800	6.1	5.1	14.69	49.2		
F2-35	4815	5.3	4.0	11.50	32.0	5000	5.8	4.3	13.70	39.4	4615	5.7	4.5	12.67	39.4		
G1-35	5000	6.7	4.8	18.22	57.1	4537	5.5	4.3	11.60	34.4	4020	4.8	4.0	8.04	23.4		
G2-35	4500	6.4	4.3	15.18	43.7	4722	5.6	4.6	12.38	38.6	4836	4.7	4.6	9.03	26.7		
H-35	8500	4.9	4.5	17.35	53.7	8133	4.5	4.0	14.52	42.0	9167	4.5	4.5	15.54	48.7		
I-35	9545	4.8	4.4	18.23	55.8	9205	4.7	4.3	16.65	50.5	8667	4.5	4.6	14.99	50.0		
J-35	9800	5.0	4.1	20.56	59.1	8971	4.4	4.2	14.88	46.0	9844	4.5	4.6	16.81	54.7		

		1 4 年 生												(h a)	
プロット	ブロックⅠ					ブロックⅡ					ブロックⅢ				
	本数 (本)	平均 直径(cm)	平均 樹高(m)	胸高断 面積(m ²)	幹材積 (m ³)	本数 (本)	平均 直径(cm)	平均 樹高(m)	胸高断 面積(m ²)	幹材積 (m ³)	本数 (本)	平均 直径(cm)	平均 樹高(m)	胸高断 面積(m ²)	幹材積 (m ³)
A-7	969	16.3	8.6	20.91	97.6	944	16.7	8.5	21.19	98.1	867	15.7	8.7	17.49	83.1
B-7	1633	12.5	8.2	21.63	101.7	1684	13.3	8.0	24.81	112.8	1735	12.4	10.0	21.77	121.0
E-7	2883	11.1	9.6	28.90	159.4	2883	11.3	8.1	30.26	142.4	3604	10.7	9.6	34.35	187.7
H-7	4821	9.1	8.9	33.77	176.4	3750	9.1	7.2	26.46	117.5	3214	10.3	9.4	27.69	148.2
A-14	1173	14.5	8.1	20.38	93.3	1071	15.7	8.6	21.35	100.8	1020	14.3	8.9	17.34	84.8
B-14	1939	13.4	8.8	29.01	142.5	2296	12.6	9.2	30.27	153.5	1480	12.2	8.8	18.56	93.3
E-14	4114	9.5	9.1	30.98	165.4	2703	9.9	7.5	21.81	97.0	2793	10.4	9.0	25.08	132.2
H-14	5694	9.1	9.1	39.20	209.0	6111	9.3	8.8	43.58	224.7	1389	7.8	7.6	7.04	33.5
A-21	1071	16.1	8.9	22.52	108.5	1173	15.5	8.6	22.92	108.3	1122	14.9	9.1	20.92	104.9
B-21	2054	12.9	9.2	28.58	144.7	2054	12.7	8.1	26.89	126.5	2054	11.6	9.9	23.10	130.1
C1-21	2083	12.3	8.3	26.47	124.7	2153	13.0	9.0	29.43	145.6	1667	11.5	8.9	18.16	90.6
D1-21	2321	12.6	8.6	29.77	144.3	2366	12.6	8.6	31.19	149.0	1652	11.6	8.7	18.84	92.1
E-21	2520	11.2	8.6	25.64	125.4	1890	9.1	7	12.98	55.8	1339	9.9	9.1	10.73	56.0
F1-21	2626	10.8	8.9	25.17	128.3	3128	10.6	8.5	28.98	141.4	1788	9.9	8.9	14.36	75.1
G1-21	3540	9.6	8.2	27.34	132.9	3913	9.9	8.3	32.11	157.7	3665	11.0	8.8	36.49	180.0
H-21	4000	9.2	8.8	28.67	147.7	5000	7.7	7.9	24.88	121.0	2900	9.5	8.6	21.91	113.1
I-21	4773	9.1	8.3	32.50	158.7	4621	8.9	8.9	29.84	153.8	4394	8.7	7.8	28.59	137.5
J-21	4364	8.8	8.7	28.78	148.3	4818	8.8	7.4	30.67	138.0	6818	7.3	8.4	30.41	159.1
A-28	1004	14.4	8.3	16.84	77.5	893	14.5	8.3	15.54	74.1	1116	14.8	8.8	20.15	99.0
B-28	1875	11.8	7.7	21.65	97.6	2232	13.0	8.1	30.86	143.7	1830	12.4	8.3	23.04	110.4
C1-28	2306	12.2	9.6	28.07	152.9	2167	13.3	8.6	31.32	151.9	1611	11.2	8.6	16.83	84.0
C2-28	2346	13.4	9.7	34.59	184.9	2068	11.7	9.0	22.86	114.3	1944	11.9	8.8	22.70	113.2
D1-28	2109	13.0	9.1	28.74	144.0	2148	12.6	8.5	28.10	135.3	2070	12.7	8.9	27.04	138.1
D2-28	2227	12.4	8.2	28.26	133.7	1836	12.7	8.5	24.39	118.5	2266	12.5	8.0	28.91	132.3
E-28	3230	11.4	9.4	35.40	186.6	3168	10.7	8.8	29.90	148.7	2484	9.3	9.3	17.76	96.3
F1-28	3032														

表7-3. アカマツえびの試験地の林分状況

プロット	21年生										(ha)				
	ブロックⅠ					ブロックⅡ					ブロックⅢ				
	本数 (本)	平均 直径(cm)	平均 樹高(m)	胸高断 面積(m ²)	幹材積 (m ³)	本数 (本)	平均 直径(cm)	平均 樹高(m)	胸高断 面積(m ²)	幹材積 (m ³)	本数 (本)	平均 直径(cm)	平均 樹高(m)	胸高断 面積(m ²)	幹材積 (m ³)
A-7	893	19.9	10.8	28.79	157.1	765	20.7	12.1	26.35	160.8	791	21.0	12.5	28.21	174.5
B-7	1276	15.7	11.6	26.24	160.0	1112	17.1	13.2	27.16	183.3	1122	17.5	15.0	27.35	205.3
E-7	1982	15.1	12.2	36.93	234.9	1802	15.4	13.0	35.18	243.5	2072	15.2	13.7	39.53	284.2
H-7	2679	12.0	12.1	31.22	204.1	1429	15.0	12.4	26.09	173.8	1607	13.6	13.2	24.25	169.4
A-14	944	18.4	10.8	26.20	144.6	842	19.4	12.7	25.86	166.5	791	19.4	11.7	24.93	149.3
B-14	1480	16.5	12.6	33.39	216.1	1378	16.6	12.9	31.54	213.5					
E-14	2703	12.4	12.4	34.66	233.9	1532	13.4	12.7	21.91	151.3	1441	15.0	12.4	26.99	179.6
H-14	2778	11.6	12.8	30.26	208.1	2083	13.4	12.9	30.27	206.7					
A-21	918	20.2	11.9	30.21	180.9	1097	18.1	11.5	29.54	175.0	1020	19.0	12.2	30.43	187.5
B-21	1830	16.2	11.4	38.92	233.8	1384	15.9	11.3	28.39	181.6	1607	15.5	12.9	31.80	214.6
C1-21	1528	16.7	11.1	34.71	203.6	1597	15.7	12.6	32.01	209.6	1250	16.0	11.7	26.27	162.9
D1-21	2054	15.5	11.7	39.93	246.4	1607	15.3	12.4	30.70	200.5	938	18.1	12.0	24.90	151.9
E-21	1654	15.4	12.6	31.56	207.0										
F1-21	1676	14.5	12.5	28.72	187.2	1844	14.0	12.2	29.23	191.2					
G1-21	1988	13.7	11.9	31.29	201.6	2360	12.7	12.5	31.11	204.7	2236	14.0	12.0	35.51	226.8
H-21	1700	14.5	12.7	29.80	199.7	2500	11.1	11.8	25.14	161.7	1800	14.4	11.4	31.13	189.4
I-21	2500	12.7	11.9	32.67	207.5	1667	12.3	12.8	20.27	139.4	1970	13.3	12.1	29.74	194.9
J-21	1909	12.9	12.2	26.76	173.4	2364	12.5	11.5	29.87	187.1	2727	11.0	11.9	27.32	180.3
A-28	871	19.3	10.9	26.10	146.7	826	17.7	11.0	21.96	127.4	982	19.1	12.9	29.38	190.1
B-28	1473	15.7	11.3	29.75	166.4	1875	15.1	11.5	35.29	215.8	1384	15.7	12.4	27.93	181.3
C1-28	1750	15.5	12.0	34.12	217.6	1556	15.3	12.7	29.36	194.7					
C2-28	1975	16.0	12.6	41.27	268.8	1728	14.4	11.4	28.81	177.1	1389	15.7	12.2	28.19	180.1
D1-28	1719	16.0	12.1	35.47	223.9	1484	15.7	11.6	29.93	185.0	1523	16.4	11.9	33.30	208.5
D2-28	1523	16.0	11.5	31.81	192.0	1328	16.9	12.4	31.26	201.4	1445	16.0	12.0	30.25	189.8
E-28	2112	14.6	11.8	37.00	230.2	1925	13.4	12.0	27.98	179.2	1553	13.2	12.3	22.31	146.8
F1-28	1742	15.0	11.6	32.42	200.9						1871	14.8	12.0	34.00	218.7
F2-28	2490	13.3	11.1	36.30	219.2	1950	13.6	12.3	29.35	191.7	1784	15.1	12.8	33.42	222.8
G1-28	2161	13.8	11.7	33.66	209.8	2412	13.3	12.8	34.62	235.6	1357	15.5	11.9	26.30	163.9
G2-28	2011	13.5	11.7	29.76	188.3	1732	13.3	11.9	25.03	160.1	1654	14.6	11.8	29.69	185.4
H-28	2949	12.1	12.2	34.60	229.7	2372	12.8	11.9	32.29	208.1	1859	12.8	11.3	25.76	161.0
I-28	2031	13.4	12.5	29.93	199.5	1992	13.3	12.1	29.06	189.9	1872	13.8	11.3	28.97	177.3
J-28	1888	13.6	11.5	28.35	175.4	2445	12.8	12.0	30.10	198.7	1837	14.2	12.0	29.99	192.5
A-35						871	16.9	10.6	20.78	117.6	938	18.7	11.3	26.65	153.9
B-35	1607	16.1	11.7	34.46	209.6	1696	14.6	12.1	29.40	187.9	1384	16.9	11.4	32.05	190.2
C1-35	1648	15.9	11.5	33.91	205.4	1326	16.4	12.3	29.65	189.7	1686	15.5	12.4	33.25	217.0
C2-35	1705	15.2	12.8	32.64	219.5	1705	15.2	14.4	32.23	246.1	1364	17.1	12.9	32.23	210.9
D1-35	1701	16.2	11.5	36.69	219.7	1111	15.9	10.2	23.16	128.7	1528	16.5	12.3	33.55	216.0
D2-35	1528	15.4	12.0	30.28	191.7	1493	15.8	11.8	30.09	186.5	1632	15.9	11.7	33.91	208.2
E-35	2100	13.6	11.5	32.07	198.5	1461	14.9	11.7	26.28	162.3	1963	14.4	11.3	33.25	199.7
F1-35	1690	14.6	11.5	29.24	179.2	1709	14.3	13.6	28.36	204.9	1513	15.1	12.6	28.35	186.5
F2-35	1768	14.2	10.8	29.29	173.4	2024	13.5	12.2	29.83	195.6	1454	13.7	11.3	22.54	138.1
G1-35	2343	13.7	12.5	35.35	234.3	2098	13.7	12.4	32.10	210.5	1888	14.1	12.7	30.22	204.2
G2-35	2238	13.9	12.1	35.13	224.4	1678	13.5	11.9	25.14	160.6	1643	14.0	12.0	26.17	168.7
H-35	2178	13.4	12.5	31.34	209.5	2222	13.3	11.9	31.98	204.6	1822	13.9	12.6	29.56	192.4
I-35	2186	13.4	11.7	32.17	202.7	1883	13.2	11.4	26.78	165.6	1970	13.4	11.9	29.66	189.6
J-35	2745	12.6	11.7	35.37	226.1	1667	12.3	12.4	20.56	137.0	2092	13.0	11.9	28.99	185.4

表7-4. アカマツえびの試験地の林分状況

プロット	ブロックⅠ					ブロックⅡ					ブロックⅢ					(ha)	
	本数 (本)	平均 直径(cm)	平均 樹高(m)	胸高断 面積(m ²)	幹材積 (m ³)	本数 (本)	平均 直径(cm)	平均 樹高(m)	胸高断 面積(m ²)	幹材積 (m ³)	本数 (本)	平均 直径(cm)	平均 樹高(m)	胸高断 面積(m ²)	幹材積 (m ³)		
A-7	765	23.3	14.4	33.42	230.1	689	22.9	15.3	29.20	211.81	791	23.3	15.0	34.83	246.68		
B-7	918	19.5	15.1	28.47	210.5	918	19.6	17.0	29.06	237.72	1071	19.7	15.9	33.61	261.49		
E-7	1532	19.3	16.6	45.95	368.4	1351	18.4	15.5	37.36	288.98	1171	19.5	15.6	36.65	282.28		
H-7	1786	14.1	14.9	28.59	222.0	1071	17.9	15.6	27.72	210.50	1250	16.7	15.2	27.43	211.04		
A-14	765	22.2	16.4	30.82	239.0	663	22.8	16.3	27.93	214.76	392	22.7	13.8	27.42	184.36		
B-14	1122	20.0	16.4	36.95	293.7	969	20.2	14.3	32.43	227.51							
E-14	1802	16.2	15.3	39.12	306.0	1261	15.8	14.8	26.00	197.43	901	18.9	14.7	26.35	192.59		
H-14	1528	15.0	16.9	27.33	234.2	1806	15.6	15.7	35.70	285.84							
A-21	791	23.2	15.9	33.93	254.0	867	21.6	15.9	32.97	251.63	816	22.0	15.5	32.41	239.26		
B-21	1250	19.2	16.8	36.89	304.1	1205	17.9	15.3	31.69	243.43	1161	19.0	16.7	34.32	279.27		
C1-21	1076	19.6	15.2	33.52	247.0	1285	18.8	14.4	36.82	267.34	1007	19.3	15.5	30.88	230.42		
D1-21	1518	18.3	15.2	41.29	313.6	1027	19.0	15.4	29.74	223.27	804	21.5	15.2	30.42	220.53		
E-21	1260	17.1	16.7	30.27	249.8												
F1-21	950	17.7	15.8	24.26	189.8	950	17.8	16.6	24.16	198.22							
G1-21	1118	17.5	14.9	29.35	218.0	1988	15.2	14.3	37.44	282.02	1491	17.2	15.2	35.93	276.49		
H-21	800	20.3	17.6	27.13	226.6	1300	13.9	14.9	20.20	157.97	1000	18.1	14.1	27.02	192.32		
I-21	1515	15.9	14.3	31.14	227.1	1288	14.5	15.8	21.89	176.32	1061	17.9	15.3	28.25	217.19		
J-21	1091	17.1	15.2	26.84	202.4	1727	15.4	15.8	33.28	267.36	1818	14.1	15.0	30.61	242.29		
A-28	757	23.0	15.0	32.09	227.5	624	21.9	15.9	24.87	189.76	802	23.1	16.9	34.64	273.81		
B-28	1250	18.7	15.2	36.32	275.2	1429	18.2	14.7	38.93	285.98	1161	18.5	14.9	33.14	249.26		
C1-28	1278	18.0	15.3	33.49	254.6	1278	18.3	16.0	34.62	273.40							
C2-28	1389	19.5	16.5	42.43	340.2	1512	17.1	15.6	35.91	283.17	957	19.8	15.1	30.69	225.77		
D1-28	1367	18.8	15.5	39.07	299.4	938	20.7	17.4	32.52	265.76	1211	19.3	15.3	36.54	274.29		
D2-28	1094	18.9	16.5	32.07	258.3	820	21.1	16.4	29.50	230.78	1133	19.8	15.9	36.33	282.17		
E-28	1553	17.6	15.2	39.50	299.9	1242	16.8	15.2	28.59	221.39	994	17.8	15.3	25.69	195.63		
F1-28	806	20.8	15.2	28.58	210.4						1194	18.6	15.1	33.41	248.86		
F2-28	1535	17.4	15.6	37.77	297.9	1369	17.3	15.1	33.19	252.55	1286	19.0	15.7	37.52	286.62		
G1-28	1156	17.2	15.0	28.16	215.6	1457	16.5	15.8	31.27	256.97	955	18.2	13.9	25.47	177.77		
G2-28	1285	16.6	15.6	28.79	225.3	1508	15.9	14.7	31.00	231.61	1117	18.0	16.0	29.77	234.50		
H-28	1923	14.7	14.4	33.30	249.9	1218	17.5	16.9	30.69	255.59	962	18.8	15.6	27.65	215.78		
I-28	1563	16.0	15.8	32.70	260.1	1445	17.5	15.6	36.75	287.95	1250	17.4	15.3	31.00	239.15		
J-28	1327	17.1	15.8	31.75	251.0	1684	15.5	15.6	32.88	264.55	1327	17.9	15.5	34.54	266.56		
A-35						601	22.2	14.0	24.17	165.56	668	22.3	15.8	26.80	201.34		
B-35	1071	20.9	15.6	38.30	294.2	1384	16.6	14.9	31.21	234.54	1116	21.1	15.7	40.49	306.94		
C1-35	1231	19.0	17.2	36.17	298.9	985	20.4	15.3	33.67	248.39	1307	19.0	16.6	38.62	316.36		
C2-35	1193	18.6	16.4	33.75	271.0	1155	18.9	15.9	33.30	259.98	1117	19.5	15.3	34.74	261.21		
D1-35	1285	18.8	16.3	36.83	293.0	833	20.0	14.7	26.93	194.86	1215	20.0	15.4	39.68	297.35		
D2-35	938	19.8	14.5	30.07	214.4	1146	18.7	16.2	32.45	257.52	1111	19.3	15.2	34.32	256.42		
E-35	1279	18.0	16.2	33.75	272.9	1142	17.8	15.8	29.44	226.92	731	19.6	17.3	22.62	185.53		
F1-35	1179	18.4	15.4	32.62	249.3	1139	17.9	16.9	29.76	247.08	1159	18.8	16.3	33.46	265.68		
F2-35	1297	17.9	15.6	33.86	260.8	1415	16.9	15.3	33.31	258.86	1120	17.4	14.5	28.12	207.66		
G1-35	1783	15.9	16.4	36.53	303.2	1504	16.0	15.6	31.94	251.49	1294	17.7	15.6	32.87	256.15		
G2-35	1573	16.6	14.5	33.91	251.8	871	17.7	14.6	22.77	169.82	1189	17.6	14.9	30.23	226.10		
H-35	1689	16.4	16.2	36.68	298.7	1333	16.1	16.2	28.02	228.43	978	17.6	15.0	25.19	188.99		
I-35	1602	16.4	15.5	35.13	276.0	1429	16.6	14.5	32.61	243.73	1101	17.8	14.9	28.96	215.46		
J-35	1830	15.7	15.4	37.06	292.8	1242	14.8	14.7	22.44	170.02	1373	16.5	14.4	30.40	225.72		

表8. アカマツえびの試験地の林分現存量

プロット	7 年生 (ton/ha)											
	ブロックⅠ				ブロックⅡ				ブロックⅢ			
	幹	枝	葉	地上部	幹	枝	葉	地上部	幹	枝	葉	地上部
A-7	6.30	2.83	2.64	11.77	6.29	3.88	4.21	14.38	5.36	2.77	2.93	11.07
B-7	8.04	3.27	2.97	14.28	11.66	4.21	4.58	20.44	8.86	3.47	3.64	15.96
E-7	14.55	4.71	5.89	25.15	13.89	4.31	4.12	22.32	18.41	4.36	5.50	28.26
H-7	25.83	6.84	6.61	39.29	18.98	3.61	4.16	26.74	22.91	3.58	4.65	31.13
14 年生												
A-14	36.96	12.99	4.99	54.94	36.64	15.39	4.50	56.53	28.73	11.88	5.33	45.94
B-14	43.14	11.24	5.39	59.78	60.13	15.80	7.83	83.76				
E-14	62.95	11.01	6.05	80.04	34.37	4.76	3.67	42.80	51.77	7.57	4.06	63.40
H-14	79.11	9.50	8.69	97.29	83.87	10.46	7.97	102.29				
B-7									39.66	7.78	5.15	52.59
H-7									54.47	7.54	5.51	67.52

上中作次郎, 埜田宏, 尾方信夫, ———, ——— (1984): えびのアカマツ保育形式比較試験地21年目の現状—無間伐区の密度効果— 日林九州支論, 37, 109~110

3. 4 スギえびの試験地 (宮崎県)

3. 4. 1 試験地の概況

試験地は宮崎県えびの市白鳥, えびの営林署白鳥国有林68い林小班に設定された。前生林はタブノキ, カシ類, イスノキを主体とする天然生広葉樹林であった。地形は山麓の小起伏の緩傾斜地で標高は600m, 方位は北西, 傾斜は5~15°, 土壌は安山岩を母材とし, その大部分はB_p型であるが, 一部の斜面上部にB_c型が分布する。地位は熊本地方スギ林収獲予想表の上に位置する。

3. 4. 2 試験設計

14保育形式で3反復とし, 合計138個のプロットを設定した。1963年3月にスギ品種のメアサを植栽した。しかし, 1964年冬季に試験地全域にわたって凍害を受けたので, 比較的軽微な被害を受けたプロットのみを調査の対象とすることとし, 他のプロットの健全苗を用いて補植し, 規模を当初の1/3に縮小して試験を継続した。

3. 4. 3 試験地の経過

1964年の冬期に凍害を受けたので規模を当初の1/3の, 1ブロックに縮小した形で試験を継続した。10年生頃からスギザイノタマバエの被害がみられるようになり, 14年生の調査時にはかなりの被害がみられたが21年生時にはやや鈍化した。密度の高い区ほど被害が大きい傾向が見られた。ただしスギザイノタマバエの被害は材質に悪影響を及ぼすが成長には影響は少ないので試験の継続には問題なかった。

3. 4. 4 調査内容

7, 14, 21, 27年生時の定期調査を1969, 1976, 1983, 1989年の11月に実施した。第2回, 第3回調査時に地上部現存量と生産構造解析を行った。第2回の調査では4プロット各5本, 第3回調査では7プロット各5本ずつ標本木を選んで伐倒解析した。

3. 4. 5 調査結果

7, 14, 21, 27年生時の林分の現状数値を表9に, 林分諸器官の現存量を表10に示した。

表9.1. スギえびの試験地の林分状況

プロット	7 年生					14 年生				
	本数 (本)	平均 直径(cm)	平均 樹高(m)	胸高断 面積(m ²)	幹材積 (m ³)	本数 (本)	平均 直径(cm)	平均 樹高(m)	胸高断 面積(m ²)	幹材積 (m ³)
A1-7	948	3.0	1.5			750	8.5	4.0	4.6	11.2
A2-7	2363	3.9	1.9			2250	9.7	4.8	17.1	8.4
D-7	3700	3.2	2.0			2857	7.4	4.6	13.27	20.1
G-7	5000	3.6	1.9			3810	7.1	4.4	15.48	28.9
A1-14	1130	3.3	1.6			1000	6.8	3.3	4.0	14.7
A2-14	2022	3.7	1.9			1840	8.7	4.1	12.02	46.6
D-14	4097	3.0	1.7			3759	7.4	4.5	18.27	35.5
G-14	7377	3.6	1.9			6250	7.0	5.0	25	29.2
A1-21	1254	3.5	1.7			1198	8.4	4.1	7.6	28.8
A2-21	2022	3.0	1.5			1857	8.0	4.1	11	41.6
B1-21	2208	3.4	1.6			2139	8.2	4.6	12.83	37.5
C1-21	2187	3.5	1.7			2042	9.0	4.6	14.22	58.2
D-21	3353	3.2	1.6			3293	7.6	4.0	15.71	47.0
E1-21	3383	4.0	1.9			3114	8.6	5.0	19.78	21.0
F1-21	2754	3.0	1.5			1891	8.0	4.4	11.58	27.0
G-21	4688	3.5	1.8			4688	7.3	4.7	20.92	39.7
H-21	8133	3.3	1.6			6612	6.9	4.5	25.77	33.3
I-21	6213	3.2	1.8			5648	6.4	4.4	19.19	48.2
A1-28	1182	4.1	1.9			1019	11.0	4.8	10.5	39.2
A2-28	2580	2.7	1.4			2347	7.8	4.1	11.87	28.7
B1-28	2082	3.9	1.8			1910	10.4	5.6	17.71	37.5
B2-28	2160	2.4	1.4			2060	7.3	3.7	9.34	52.1
C1-28	1987	3.4	1.6			1840	9.0	4.6	12.53	38.1
C2-28	2208	4.0	1.8			2000	9.3	4.8	14.24	64.2
D-28	4611	3.7	1.9			4551	7.6	4.8	21.54	93.6
E1-28	5226	3.7	1.7			4467	8.6	5.5	26.75	59.3
E2-28	2133	2.9	1.6			1948	8.3	4.5	11.56	83.2
F1-28	4565	3.3	1.5			3042	7.4	4.7	14.17	50.2
F2-28	3473	4.2	1.9			3467	8.3	5.0	20.26	31.5
G-28	7436	3.1	1.6			5976	5.9	4.3	18.16	42.7
H-28	7000	4.1	2.3			5956	7.5	5.2	27.92	31.8
I-28	8308	3.7	1.9			6923	7.1	5.5	29.49	40.2
A1-35	1045	2.3	1.3			929	8.1	4.1	5.6	58.4
A2-35	1845	2.7	1.5			1643	9.7	4.9	13.84	59.4
B1-35	2167	4.0	1.9			2067	9.7	5.1	16.02	97.5
B2-35	1856	2.8	1.5			1667	8.7	4.3	10.58	40.2
C1-35	2397	3.7	1.9			2250	9.6	5.0	16.92	75.9
C2-35	1890	3.8	1.9			1610	9.0	4.5	10.88	59.8
D-35	4000	4.9	2.1			3850	9.5	5.5	29.33	49.5
E1-35	3233	3.3	1.5			2449	8.4	4.6	16.43	68.1
E2-35	4880	2.6	1.5			4000	6.9	4.2	16.33	70.4
F1-35	4342	3.2	1.6			3652	8.3	4.8	20.89	87.9
F2-35	4803	4.6	2.3			4323	9.2	5.7	30.03	55.4
G-35	5531	2.5	1.5			4609	7.5	4.8	22.75	52.3
H-35	6094	3.4	1.6			4575	7.1	4.6	19.56	99.6
I-35	7292	3.0	1.70			6895	6.7	4.3	25.46	68.50

(ha)

表9-2. スギえびの試験地の林分状況

プロット	2 1 年生					2 6 年生				
	本数	平均	平均	胸高断	幹材積	本数	平均	平均	胸高断	幹材積
	(本)	直径(cm)	樹高(m)	面積(m ²)	(m ³)	(本)	直径(cm)	樹高(m)	面積(m ²)	(m ³)
A1-7	750	16.4	7.5	16.9	68.0	750	23.6	10.2	34.3	171.5
A2-7	2250	15.3	8.9	42.8	198.1	1833	19.4	11.9	56.0	337.6
D-7	2571	13.1	8.1	36.93	164.6	2430	16.2	11.1	54	324.1
G-7	3810	11.9	7.6	43.51	183.6	3651	14.1	10.3	58.33	317.4
A1-14	1000	14.1	7.7	16.3	67.3	1000	18.9	10.1	29.3	152.1
A2-14	1840	14.6	8.2	33.28	151.3	1840	18.0	11.0	50.92	293.8
D-14	3684	11.8	7.3	44.14	181.2	3600	14.8	9.6	69.55	371.8
G-14	6094	10.5	7.5	54.77	225.5	5625	12.4	10.0	71.35	387.9
A1-21	1138	15.7	7.6	23.8	98.3	778	22.0	10.6	31.4	168.2
A2-21	1786	14.1	7.7	30.73	130.8	1786	18.3	11.0	51.81	313.5
B1-21	2139	13.8	8.0	35.02	156.8	1497	19.6	11.6	46.28	270.3
C1-21	2012	14.9	8.1	37.47	162.9	1982	18.8	10.9	58.32	329.0
D-21	3293	12.1	7.7	40.05	171.4	2683	14.6	9.4	48.52	247.1
E1-21	2994	13.4	7.9	45.21	194.3	1796	19.1	11.2	52.56	296.7
F1-21	1891	14.5	8.4	33.62	158.5	1849	18.7	11.4	55.11	333.7
G-21	4688	10.8	7.5	45.51	199.3	3906	12.9	9.5	55.67	302.6
H-21	6364	9.9	7.0	50.81	200.4	2397	16.0	9.9	48.59	249.2
I-21	5741	10.0	7.6	48.2	210.0	2778	14.9	10.1	49.64	262.5
A1-28	1019	18.9	9.1	30.1	141.8	1019	23.6	11.4	46.8	265.4
A2-28	2300	14.3	8.0	38	160.6	2300	17.2	11.0	54.94	310.7
B1-28	1910	16.3	9.2	42.84	211.1	1498	22.0	11.9	59.38	352.8
B2-28	2060	14.2	7.5	35.07	141.9	1760	19.4	10.8	53.75	297.1
C1-28	1840	15.0	7.7	34.33	143.9	1840	20.2	11.4	61.03	360.9
C2-28	2000	15.1	8.7	36.78	169.0	1958	18.2	11.4	52.87	307.3
D-28	4431	11.9	8.0	51.14	223.8	4311	13.6	9.6	64.74	336.3
E1-28	4467	12.6	8.9	57.92	283.3	1800	18.5	11.9	49.31	301.9
E2-28	1760	13.3	8.3	27.37	127.4					
F1-28	3042	12.5	7.9	39.92	173.0	2375	17.4	10.6	59.04	324.5
F2-28	3467	13.0	8.5	48.85	230.0	2667	16.7	10.8	59.81	334.2
G-28	5740	9.1	7.2	42.32	185.2	5148	11.3	8.3	58.99	295.5
H-28	5846	10.7	7.6	56.95	251.7	2096	17.2	12.2	49.65	214.7
I-28	6450	10.2	7.6	55.4	240.8	2840	14.6	10.8	48.66	277.9
A1-35	929	14.5	7.6	17.6	75.9	929	19.9	10.6	31.6	178.3
A2-35	1643	16.1	8.5	36.46	167.0	1643	20.3	11.3	57.79	341.7
B1-35	2067	15.2	8.2	39.75	177.2	1800	19.0	10.9	52.87	291.0
B2-35	1667	15.0	7.4	31.47	127.6	1667	18.8	11.3	49.65	286.3
C1-35	2250	15.3	8.9	42.83	199.3	2000	19.1	11.5	59.22	344.6
C2-35	1610	15.2	8.0	30.87	134.9	1536	18.8	11.4	45.21	266.5
D-35	3700	13.8	9.6	57.75	297.4	3600	15.8	11.1	74.11	436.3
E1-35	2449	14.1	7.9	44.11	209.1	1701	21.3	11.7	63.33	372.0
E2-35	3943	11.0	7.6	39.91	175.5	2200	16.5	10.2	47.8	248.6
F1-35	3617	12.9	8.5	49.46	227.7	2482	17.0	11.1	58.05	336.4
F2-35	4323	12.8	8.9	58.41	281.2	2739	16.6	11.0	60.08	338.5
G-35	4492	11.1	7.9	48.38	224.1	3828	14.2	10.0	66.56	366.4
H-35	4477	10.7	7.6	44.08	197.0	2092	17.5	10.4	51.69	276.6
I-35	6699	9.8	7.2	53.49	225.4	2582	14.5	9.4	43.76	219.1

(ha)

表10. スギえびの試験地の林分現存量

プロット	14年生			(ton/ha)
	幹	枝	葉	
A1-28	10.58	2.42	7.25	20.25
B1-35	18.91	3.78	12.57	35.26
D-35	34.98	6.24	20.69	61.91
I-35	29.75	3.37	14.87	47.99

プロット	21年生			(ton/ha)
	幹	枝	葉	
A1-21	30.54	7.78	17.17	55.49
A2-7	63.54	9.34	26.20	99.08
B1-21	51.71	10.07	23.95	85.73
D-21	60.96	8.02	22.95	91.93
E1-21	63.98	8.33	20.99	93.30
G-21	74.22	7.21	21.74	103.17
H-35	70.69	6.71	20.61	98.00

3. 4. 6 発表文献

尾方信夫，長友安男，上中作次郎，竹下慶子(1970)：スギ保育形式比較試験えびの試験地第1回定期調査報告，林試九州支場年報，12

———，上中作次郎，竹下慶子(1977)：スギ保育形式えびの試験地第2回定期調査結果，林試九州支場年報，19

上中作次郎，埴田宏，中村松三，竹下慶子(1983)：えびのスギ保育形式比較試験地21年目の現状，林試九州支場年報，26

中村松三，———，上中作次郎，———(1985)：えびのスギ保育形式比較試験地21年目の生産構造と林分現存量，林試九州支場年報，27

———，———，———(1984)：立木密度の異なる21年生スギ林分の生産構造と現存量，日林九州支論，38，85～86

4 調査結果の総合的検討

4. 1 生育経過

立木本数は、競争密度効果や気象害などによって、各試験区とも7～14年生以降減少し、とりわけ10000本区で著しく減少した。被害の少なかった10000本区で本数の経年変化をみると、林齢が増すにつれて自然の本数減少が生じ、28年生になると立木本数は5000本/ha前後となった。反対に、低い初期密度の林分（1250本/ha）では、自然の本数減少は、この試験期間中には生じていない。

平均胸高直径と平均樹高は、林齢が増すほど大きくなったが、直径の成長率は高密度区ほど小さくなる傾向があった。

4. 2 現存量と成長量

アカマツ

枝量と幹量は、林齢とともに増加し、林分間の違いは本数密度に大きく影響されている。

葉量の年次変化を久慈とえびのの両アカマツ林でみた。プロット間、あるいは試験地間の差が非常に大きく、7年生時で2.5～6.5トン/ha、15年生時で3.6～8.9トン/ha、21年生時で5.2～10.3トン/haの範囲にあり、林齢とともに増加し、7年生時に既にマツ閉鎖林の平均葉量 6.8 ± 1.8 トン/ha（只木・蜂屋, 1968）に達している林分もある。調査区間の違いと本数密度との関係を見ると、初期の7年生時では本数密度の小さい調査区ほど葉量は少なくなっているが、21年生時にはこの関係もはっきりしなくなっている。バラツキの原因として、立地など本数密度以外の要因が影響しているといえる。

1年間の地上部成長量は久慈アカマツ林試験地で測定されているが、これによると林齢に関係なく葉は3.5～6トン/ha、枝と幹では10～12トン/haであった。これらの値は今までに報告されている値と大きな違いはない（只木・蜂屋, 1968）。

スギ

葉量は14年生時で7～20トン/haとなり、本数密度が小さいところほど葉量は少なくなっている。21年生時には17～24トン/haとなり、本数密度による違いは小さくなり、スギ閉鎖林分の平均葉量 19.4 ± 4.9 トン/ha（只木・蜂屋, 1968）の範囲内に入り、ほぼ一定量に達していると言える。枝・幹量は林齢とともに増加している。

4. 3 本数密度と幹材積

本数密度が高くなるほど個体間の競争が激しくなり、平均幹材積が小さくなる競争密度効果が発現し、林齢が増すほど、ある平均幹材積をもつ最大の密度、最大蓄積をあらわす、最多密度曲線（特性曲線）に近づいていくのが認められている。すなわち、ある初期密度から出発して、徐々に本数を減じながら材積を増す経過、いわゆる自然間引きの経過としては、次の式

$$1/\rho = A v + B$$

で近似できる。ここでのA、Bは初期密度と最多密度線によって決まる係数である。この経過については、図の中の点線で例示した。

生育段階ごとの本数密度（ ρ ）と平均幹材積（ v ）との関係（競争密度効果）は図1～4のようになり、7年生時には平均幹材積は本数密度にはあまり大きく影響されないが、林齢が進むにともなって本数密度が高いほど1個体の材積は小さくなり、林齢別に以下のような関係式が得られた。

アカマツ

久慈	7年生	$1/v = 0.0226 \rho + 238.1$
	14年生	$1/v = 0.0042 \rho + 19.23$
	21年生	$1/v = 0.0053 \rho + 2.38$
福山	14年生	$1/v = 0.0065 \rho + 19.6$
	21年生	$1/v = 0.0039 \rho + 5.13$
	28年生	$1/v = 0.0035 \rho + 2.78$
えびの	7年生	$1/v = 0.0128 \rho + 64.10$
	14年生	$1/v = 0.0051 \rho + 5.10$
	21年生	$1/v = 0.0041 \rho + 2.89$
	26年生	$1/v = 0.0032 \rho + 0.81$

スギ

14年生	$1/v = 0.018 \rho + 27.77$
21年生	$1/v = 0.0038 \rho + 3.85$
26年生	$1/v = 0.0025 \rho + 1.52$

一方、単位面積当たりの幹材積（ y ）と立木密度（ ρ ）との関係は、一般的に次式であらわされている。

$$1/y = B/\rho + A$$

A、Bは生育段階とともに変化し、Aは生育の初期にピークに達した後、生育が進むにつれて減少し一定値に漸近する。Bは生育段階の経過とともに減少し、時間が十分たつと0に近づき、最終的に収量は立木密度と無関係に一定となる（最終収量一定の法則）。各試験地での本数密度（ ρ ）と単位面積当たりの幹材積（ y ）との関係は図5～8のようになり、幼齢林では密度が高いほど収量は多くなるが、林齢が進むにともなって収量は密度に関係なくほぼ一定に近づく傾向を示し、両者の間には林齢別に以下のような関係式が得られた。

アカマツ

久慈	7年生	$1/y = 215/\rho + 0.0192$
	14年生	$1/y = 38.5/\rho + 0.0038$
	21年生	$1/y = 1.71/\rho + 0.0029$
福山	7年生	$1/y = 333/\rho + 0.0170$
	14年生	$1/y = 18.1/\rho + 0.0060$
	21年生	$1/y = 4.66/\rho + 0.0042$
	28年生	$1/y = 2.19/\rho + 0.003$

えびの

$$\begin{aligned} 7\text{年生 } 1/y &= 65.2/\rho + 0.0109 \\ 14\text{年生 } 1/y &= 6.43/\rho + 0.0043 \\ 21\text{年生 } 1/y &= 3.12/\rho + 0.0031 \\ 26\text{年生 } 1/y &= 1.51/\rho + 0.0026 \end{aligned}$$

スギ

$$\begin{aligned} 14\text{年生 } 1/y &= 50.2/\rho + 0.0050 \\ 21\text{年生 } 1/y &= 7.74/\rho + 0.0027 \\ 27\text{年生 } 1/y &= 2.43/\rho + 0.0020 \end{aligned}$$

四つの試験地の調査期間が、およそ28年間と短かったが、いずれの試験地でも林分の密度と成長の法則性（自然枯死線、競争密度効果、収量密度効果）を実証することができた。しかし、三つのアカマツ林で同じ線で近似することはできなかった。すなわち、アカマツの3試験地における本数密度と平均幹材積との関係（競争密度効果）を比較してみると、久慈試験地の自然枯死線は既存の密度管理図の最多密度線にはば接近するが、福山とえびのの両試験地では、最多密度線は密度管理図のものよりもかなり下方になっている。また、本数密度と単位面積当たりの幹材積との関係（収量密度効果）は、久慈試験地が密度管理図の最多密度線よりも上方に位置する値が出てきている。これらの原因については今後検討していく必要があろう。

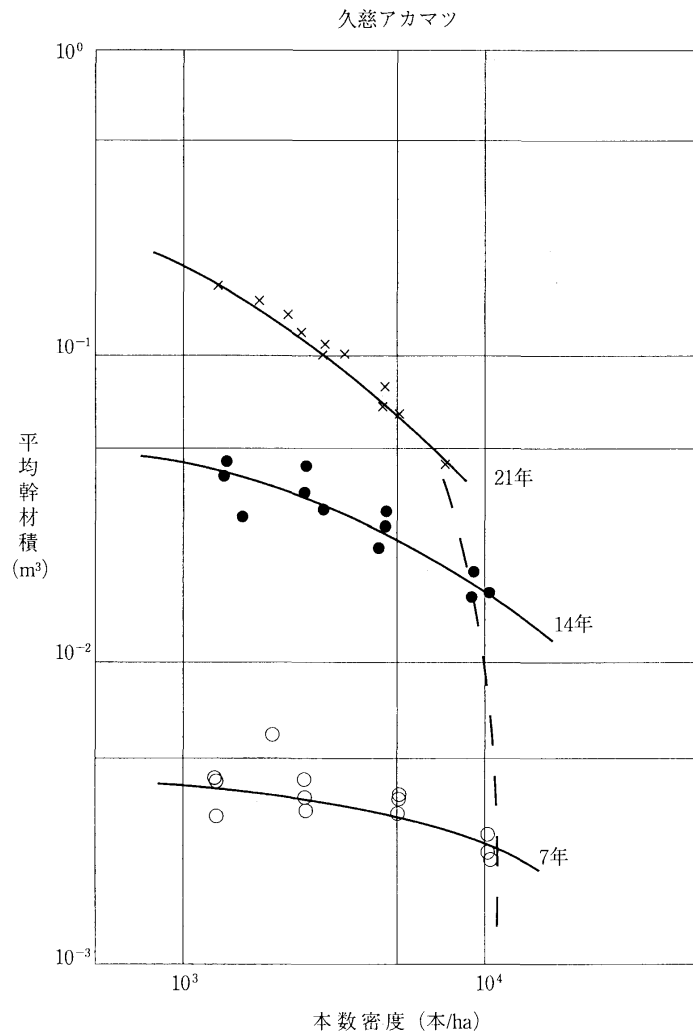


図1. 久慈アカマツ林の本数密度と平均幹材積の関係

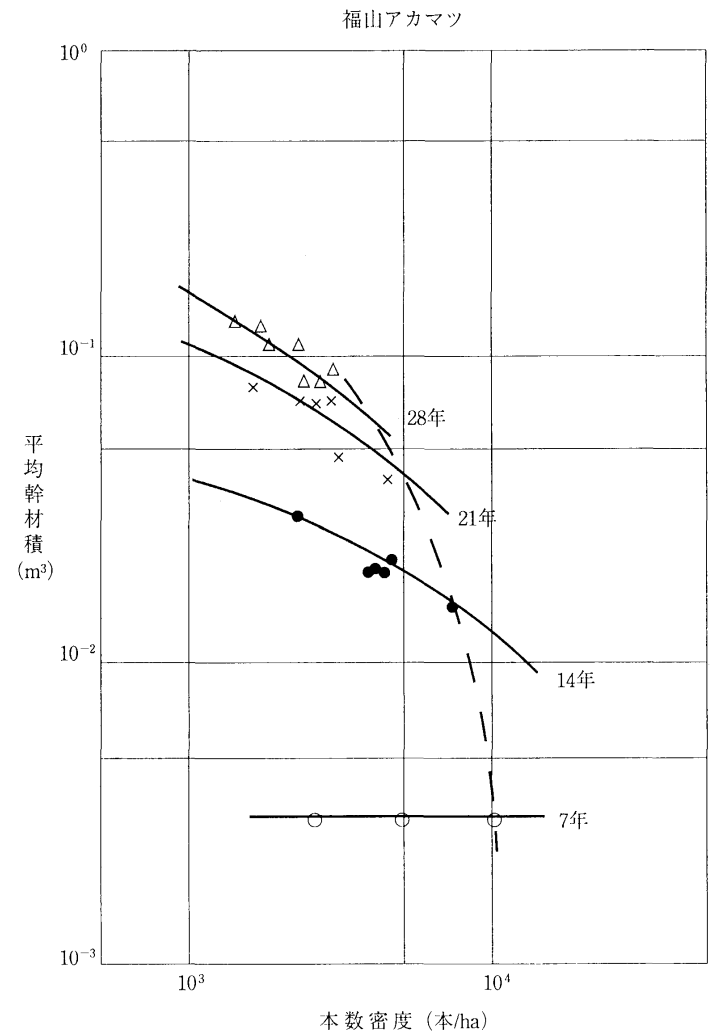


図2. 福山アカマツ林の本数密度と平均幹材積の関係

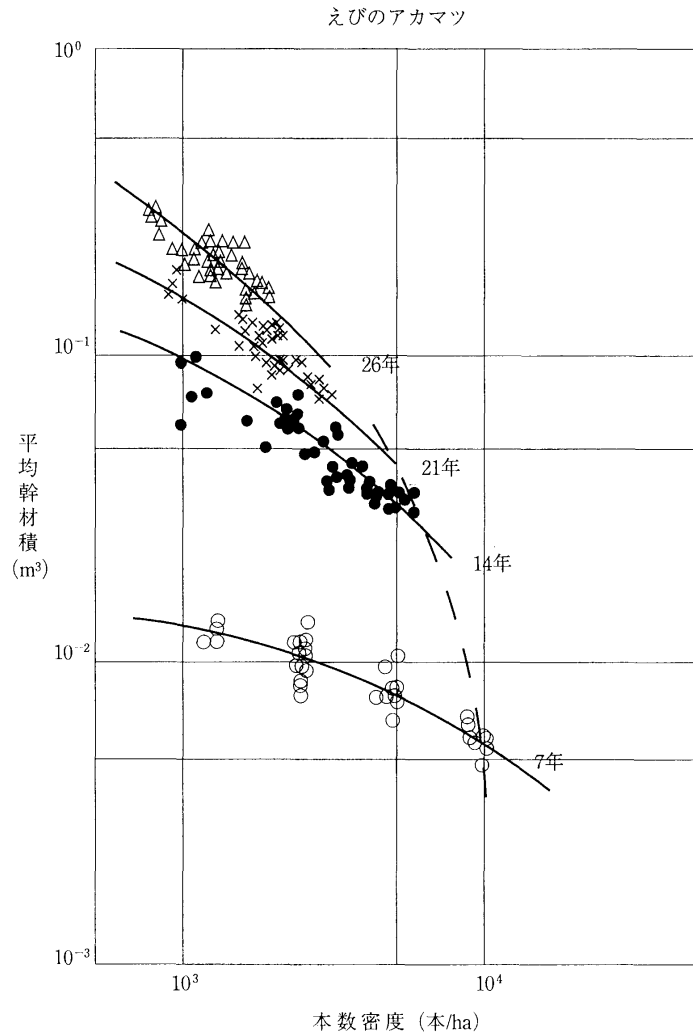


図3. えびのアカマツ林の本数密度と平均幹材積の関係

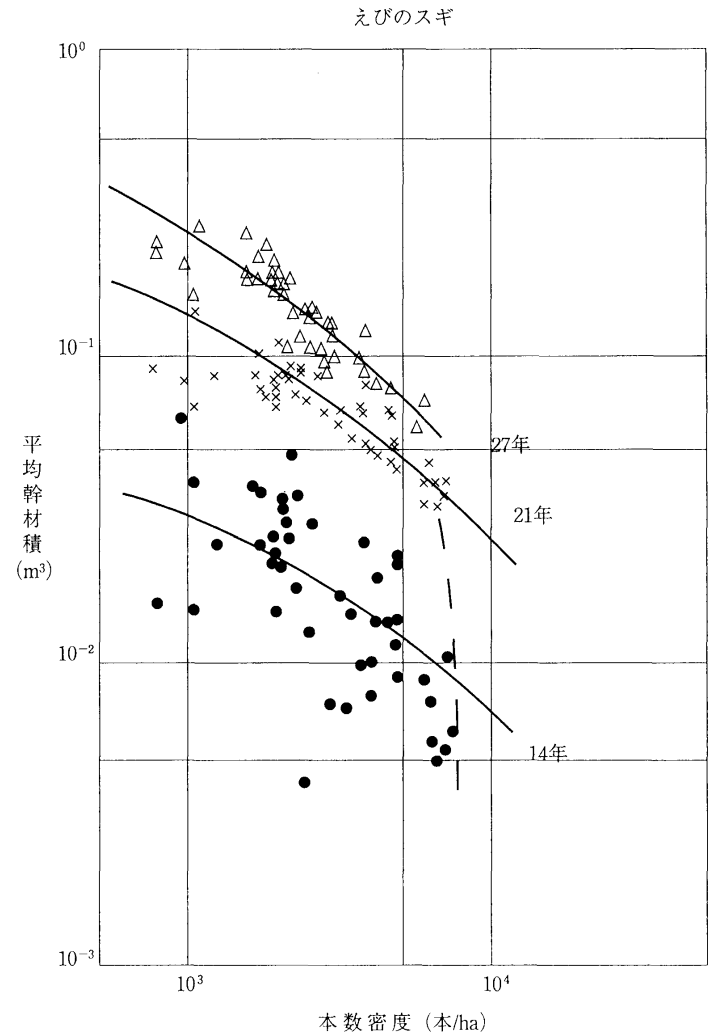


図4. えびのスギ林の本数密度と平均幹材積の関係

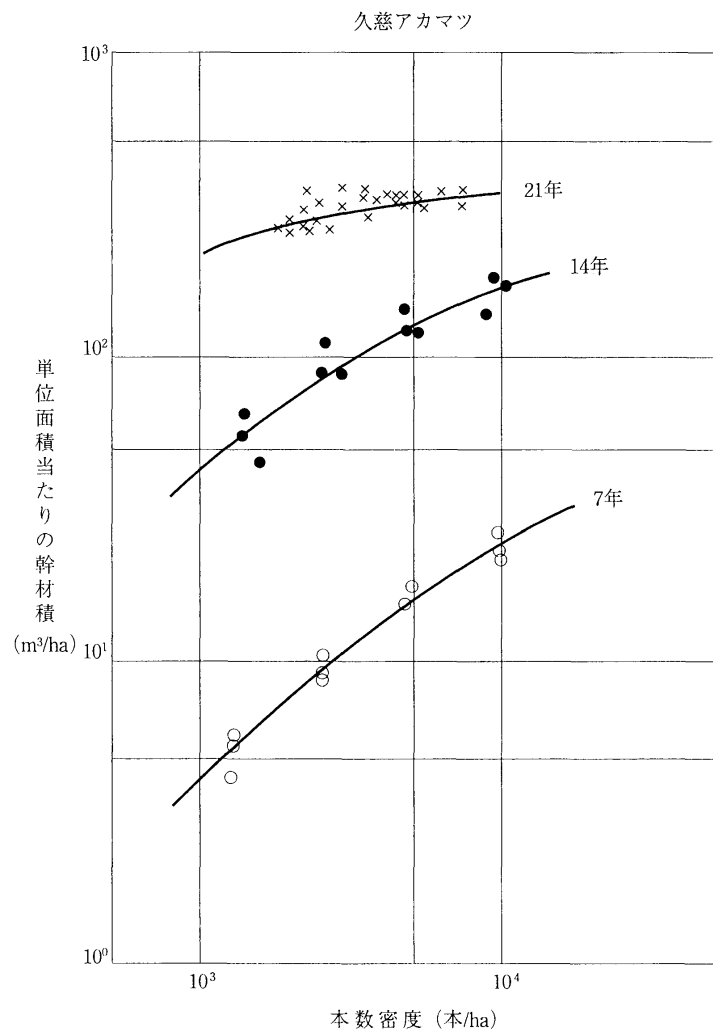


図5. 久慈アカマツ林の本数密度と単位面積当たりの幹材積の関係

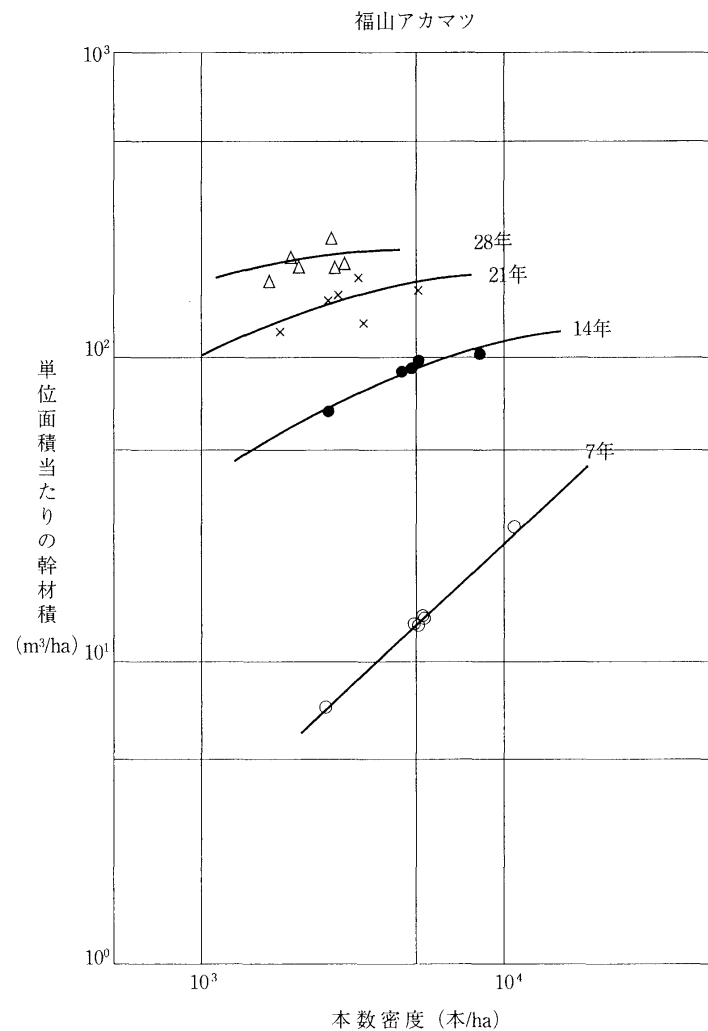


図6. 福山アカマツ林の本数密度と単位面積当たりの幹材積の関係

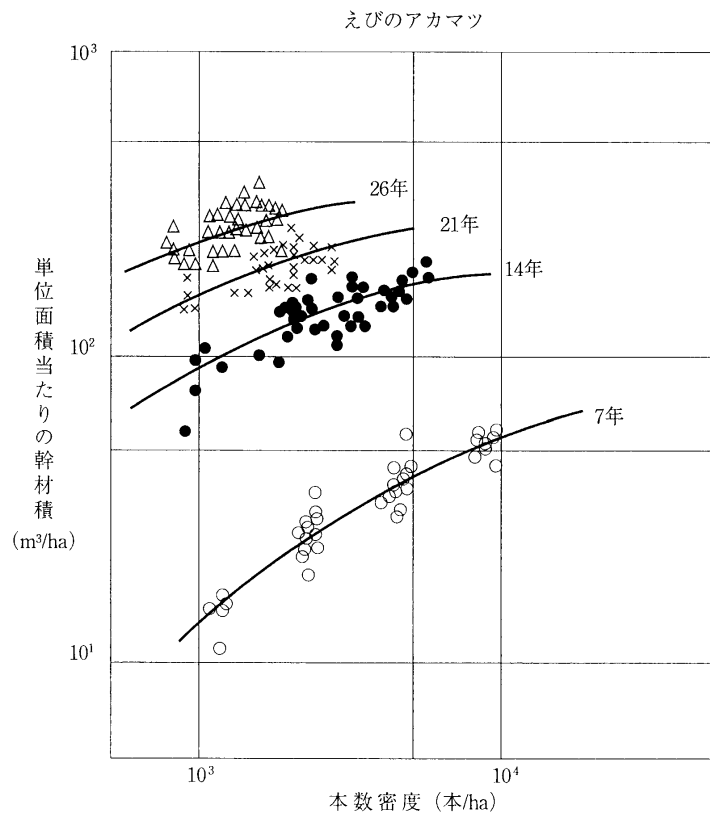


図7. えびのアカマツ林の本数密度と単位面積当たりの幹材積の関

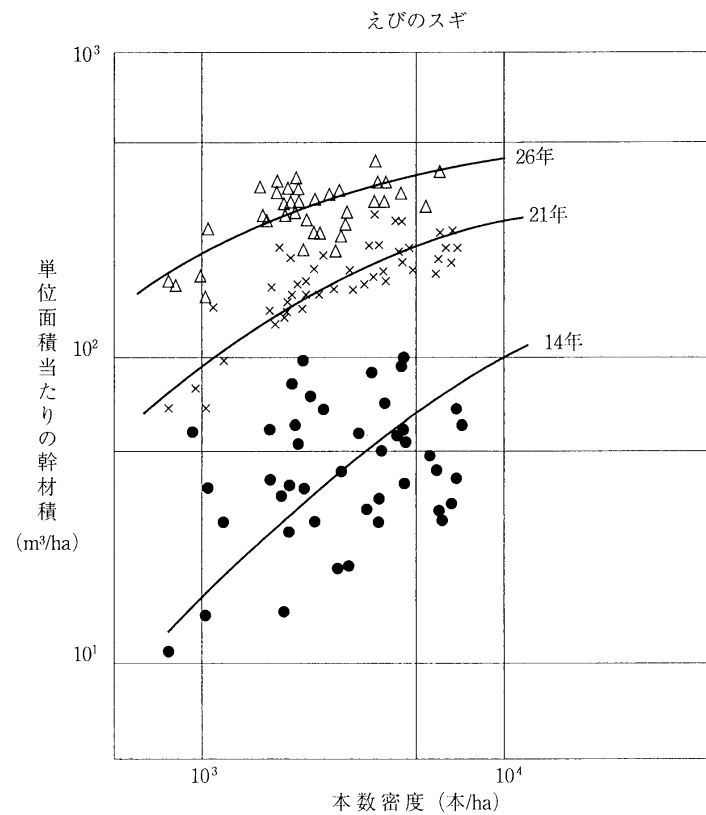


図8. えびのスギの本数密度と単位面積当たりの幹材積の関

5 おわりに

本試験は35年の期間で計画されたものであるが、「はじめに」のところで説明した諸被害の影響や、維持管理のための人と経費の問題などの理由から28年生段階で取りまとめを行った。35年生という試験期間の理由の一つは、設計当時は短伐期の思考が強かったことによる。近年、大径材生産あるいは国土保全などの面から長伐期施業が注目されている。そのため本試験は、長伐期施業の施業体系化に有用な資料が得られるように、さらに継続調査していくことが望ましいが、上記の理由により、28年生までの資料の提供で終わることになった。

本試験地の中で、もし今後部分的にでも調査できるところがあれば、その実行を期待したい。今回の資料にそれが加われば情報価値は大きい。それが無理な場合でも、ここで得られた成果を含めて理論式等を利用し、長伐期施業にも対応できる努力を期待したい。

引用文献

- 吉良竜夫編（1960）：植物生態学（生態学体系Ⅱ上巻），古今書院
坂口勝美，安藤 貴，蜂屋欣二，土井恭次，加藤善忠（1964）：間伐とその考え方，林振，p. 48
只木良也，蜂屋欣二（1968）：森林生態系とその物質生産，林振，p. 64