

## 白鹿岳間伐試験におけるスギ高齡林の間伐効果について：相対幹距比を基礎にした分析

吉田，茂二郎  
九州大学大学院農学研究院

安元，岳玄  
九州大学大学院生物資源環境科学府

溝上，展也  
宮崎大学農学部

今田，盛生  
九州大学大学院農学研究院

他

<https://doi.org/10.15017/14837>

---

出版情報：九州大学農学部演習林報告. 83, pp.53-61, 2002-03-27. 九州大学農学部附属演習林  
バージョン：  
権利関係：

## 白鹿岳間伐試験地におけるスギ高齢林の間伐効果について\*

— 相対幹距比を基礎にした分析 —

吉田茂二郎<sup>1</sup>・安元 岳玄<sup>2</sup>・溝上 展也<sup>3</sup>・今田 盛生<sup>1</sup>・寺岡 行雄<sup>4</sup>

### 抄 録

鹿児島県の白鹿岳に設定されている間伐試験地での20年間（林齢が70年から90年）の調査結果から、スギ高齢林における間伐効果について分析を行った。間伐は相対幹距比を用いて、弱度、中度、強度をそれぞれ、13%、15%および17%として、林齢が70年生時と76年生時に行なわれている。間伐の効果は、直径の成長と総収穫量について中度以上で弱度および無間伐ブロックと有意な差が認められ、相対幹距比で15%以上の間伐がスギ高齢林で有効であることがわかった。

キーワード：スギ高齢林、間伐、相対幹距比

---

\*YOSHIDA, S., YASUMOTO, T., MIZOUE, N., IMADA, M. and TERAOKA, Y.: Thinning Effect for the Old *Cryptomeria japonica* Stand on the Experimental Plot in Shiraga-dake, Kagoshima Prefecture.

\*1: 九州大学大学院農学研究院森林資源科学部門森林機能制御学講座

\*2: 九州大学大学院生物資源環境科学府森林資源科学専攻

\*3: 宮崎大学農学部生物環境科学科森林科学講座

\*4: 鹿児島大学農学部生物環境学科森林管理学講座

\*1: Division of Forest Management, Department of Forest and Forest Products, Faculty of Agriculture, Kyushu University, 6-10-1, Hakozaki, Higashi-ku, Fukuoka-city, 812-8581, Japan

\*2: Course of Forest and Forest Products, Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University, 6-10-1, Hakozaki, Higashi-ku, Fukuoka-city, 812-8581

\*3: Division of Forest Science, Department of Biological Production and Environmental Sciences, Faculty of Agriculture, Miyazaki University, 1-1 Gakuen-Kihanadainishi, Miyazaki-city, 889-2192

\*4: Chair of Forest Ecology and Management, Department of Environmental Sciences and Technology, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, 21-24 Korimoto 1, Kagoshima-city, 890-0065

## I. はじめに

現在、日本の森林資源は成熟過程にあり1,000万haを越える人工林を中心に蓄積が増大しているが、その人工林の約8割が保育の対象となる齢級である(石橋・上隅 1996)。しかし、日本の林業を取り巻く状況は安価な外材の大量輸入や人件費の高騰、林業労働者の高齢化など非常に深刻であるため(藤原ら 1997)、保育管理が不十分な状態であり近年間伐の推進が盛んに叫ばれている(現代林業 1999)。このような状況の中で、投入労働力の省力化に適し、高品質で付加価値の高い優良大径材の生産が可能なスギ・ヒノキ人工林の長伐期施業が注目されている(西村ら 1989)。しかしながら、現実に長伐期施業を導入する場合、その施業法が確立されているとは言い難く(永森 1992, 藤森 1993, 林 1993)、特に高齢林における間伐については鈴木ら(1995)や鈴木(1998)による検討が行われている程度である。

本研究室では、1977年に長伐期施業、特に高齢林における間伐が重要な課題となることを想定し、相対幹距比によって間伐強度を決定するスギ高齢林の間伐試験地を設定した。そこで本研究の目的は、この間伐試験地の測定資料をもとにスギ高齢林における間伐強度すなわち相対幹距比の違いが成長ならびに林分構造に及ぼす影響を明らかにすることである。

## II 試験地の概況

試験地は鹿児島県曾於郡財部町轟木国有林(都城森林事務所管内)の136林班わ小班、面積は1.44haで、小班全体が試験地に指定されている。同小班は白鹿岳(標高603.9m)から南南西にのびる尾根からほぼ西方向に広がる単一斜面に位置し、平均傾斜は約26度、堆積様式は匍行土から崩積土で、比較的立地的条件の良い場所である(図-1)。

試験地に指定されているスギ林分は、1907年(明治40年)に植栽されたもので1997年の調査時における林齢は90年である。このスギの品種は鹿児島地方で昭和20年代までは盛んに植栽されていたメアサスギであり、根曲がり大きい反面成長が晩成型で、高齢になっても成長を維持し材質が非常に良いことから、長伐期施業の品種として近年ふたたび注目されるようになってきている(鹿児島県 1988a)。鹿児島県の調製したメアサスギの収穫表と比較するとこの試験地は地位上と中の

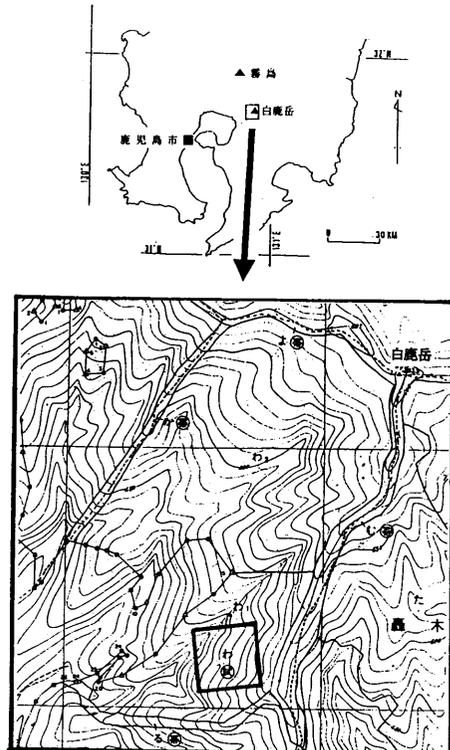


Fig.1 Location of the experimental plot.

図-1 試験地の位置

中間に相当する（鹿児島県 1988b）。

この試験地は、九州におけるスギ人工林の成長過程と森林の取り扱いの指針を得る目的で1977年（昭和52年）に九州大学農学部林学第一研究室の当時のメンバーによって設定されたものである。試験地は相対幹距比を基準にした弱度、中度、強度および無間伐の全4ブロックからなり（各ブロックの大きさは40m×40m）、それに幅20mのバッファゾーンをブロックの周りに配置して、120m×120m合計1.44haの間伐試験地となっている（図-2）。なお、各ブロックは測定の便宜上、10m×10mのプロットに細分されている。

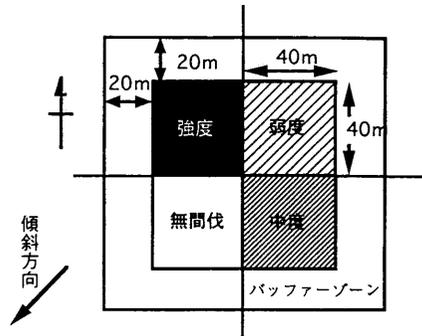


Fig. 2 Detail of the experimental plot.

図-2 試験地の詳細

### Ⅲ 調査・間伐の方法と解析の方法

#### 1) 調査の方法

調査はこれまでに3回行い、1回目は設定時の1977年（林齢70年）に、2回目は設定後6年目の1983年（同76年）に、そして3回目は設定後20年目の1997年（同90年）である。直径については、胸高1.2mの高さにペンキで描かれている胸高マークに沿って直径テープを用いて0.2cm括約で測定した。樹高については、1回目と2回目の調査では10m×10mのプロットあたり1本の同じ上層木を、アルティレベルもしくはブルーメイス測高器を用いて0.1m括約で測定した。3回目の測定では1、2回目の測定木と新たに中層から下層の木を1プロットあたり1本追加し、プロットあたり2本の測定を行うとともに、枝下高の測定およびレラスコープを利用して樹冠幅の測定も行った。さらに、成長過程を解析するために通常採材（通常3m長）の末口の円板を全部で6本分入手し、直径と樹高の成長量を明らかにした。

#### 2) 間伐の方法

本試験地の間伐強度は、試験地設定当初から相対幹距比（ $S_r$ ）によって決定することになっていた。相対幹距比は次式によって表される（西澤 1972）。

$$S_r(\%) = \sqrt{10,000/N} / h_i * 100$$

ここで  $N$  : haあたり立木本数

$h_i$  : 上層木平均樹高(m)

1回目の調査で、無間伐ブロックの設定時（1977年）の相対幹距比が12.7%であったので、これを基準に弱度、中度および強度の間伐目標値を、それぞれ13%、15%および17%とした。しかし、これまでほとんど間伐を受けていない林分に対して強度間伐を行うと台風などによって被害を受けることが予想されるので、1回目の間伐では強度ブロックの目標値を中度と同じ15%とし、2回目の間伐で目標値に誘導した。なお、間伐は下層間伐で、バ

表-1 林分構造の推移  
Table-1 Transition of the stand structure.

		強度ブロック			中度ブロック			弱度ブロック			無間伐ブロック		
		胸高断面積 m <sup>2</sup> /ha	材積 m <sup>3</sup> /ha	立木本数 本/ha	胸高断面積 m <sup>2</sup> /ha	材積 m <sup>3</sup> /ha	立木本数 本/ha	胸高断面積 m <sup>2</sup> /ha	材積 m <sup>3</sup> /ha	立木本数 本/ha	胸高断面積 m <sup>2</sup> /ha	材積 m <sup>3</sup> /ha	立木本数 本/ha
第1回間伐前	A	70.7	756.6	981	66.9	717.8	919	67.8	723.1	1,069	69.4	740.6	1,000(4)
第1回間伐木		10.9	114.9	237	8.4	88.6	181	4.8	49.4	125	0.0	0.0	0.0
間伐率(%)		15.5	15.2	24.2	12.6	12.3	19.7	7.1	6.8	11.7	-	-	-
第1回間伐後		59.8	641.6	744	58.5	629.3	738	63.1	673.8	994	69.4	740.6	1,000(4)
枯死木		0.0	0.0	0	0.9	10.1	19	0.0	0.0	0	1.6	16.0	44
第2回間伐前		70.9	759.3	744	70.6	756.2	719	73.0	779.5	944	78.1	834.9	956
第2回間伐木		13.0	139.7	194	4.8	51.0	63	1.6	16.8	31	0.0	0.0	0.0
間伐率(%)		18.3	18.4	26.0	6.7	6.7	8.7	2.1	2.1	3.3	-	-	-
第2回間伐後		58.0	619.6	550	65.9	705.3	656	71.4	762.7	913	78.1	834.9	956
枯死木		0.0	0.0	0	0.3	3.3	6	3.1	32.1	69	1.9	19.4	44
第3回調査時	B	68.5	726.2	550	75.4	802	650	78.5	837.2	844	86.8	923.4	912
間伐木合計	Y	23.9	254.6	431	13.2	139.6	244	6.4	66.2	156	0.0	0.0	0
枯死木合計	M	0.0	0.0	0	1.2	13.4	25	3.1	32.1	69	3.5	35.4	88
粗成長量	Gg=(B-A+Y+M)	21.7	224.2		22.9	237.2		20.2	212.4		20.9	218.2	
純成長量	Gn=(B-A+Y)	21.7	224.2		21.7	223.8		17.1	180.3		17.4	182.8	
Gg/A*100(%)		31	30		34	33		30	29		30	29	
Gn/A*100(%)		31	30		32	31		25	25		25	25	

ツファーズンについては、弱度から中度の間伐が行われた。間伐は、測定年の翌年、つまり1978年と1984年にそれぞれ行なわれた。

参考までに、ブロックごとの林分構造の推移を表-1に示す。表-1から設定当時（第1回間伐前）にはほぼ同じような林分構造であったことがわかる。なお、材積を求める場合、1回目と2回目では全体で、3回目についてはブロックごとに樹高測定木にネズンド式の樹高曲線式をあてはめて樹高未測定木の樹高を推定した。

### 3) 解析の方法

間伐による影響を正確に評価するために、期首直径階を5cmごとに区分し、直径階ごとの定期直径成長量（6年間）の平均値をブロック間で、1977～1983年、1983～1997年の両期間について比較した。なお、平均値の差の検定にはFisherのPLSDによる多重比較を利用した。さらに、測定年ごとの直径上位からの積算本数割合のブロック間での違いも合わせて解析した。

## IV 結果と考察

### 1) 相対幹距比の推移

相対幹距比の推移を図-3に示す。各ブロックの相対幹距比は、1回目の間伐では中度と強度ブロックが逆転しており、その後の6年間では無間伐ブロックが12.7%から12.8%とほぼ一定で、弱度ブロックでは13.1%から12.9%に、中度と強度ブロックではそれぞれ15.0%から14.6%、14.6%から14.3%に値が減少した。そして2回目の間伐後にはほぼ目標値になった。2回目から3回目の間では、無間伐ブロックでは12.8%とほぼ一定で推移したが、弱度、中度および強度ブロックはそれぞれ13.6%から13.3%、15.3%から15.1%、そして16.6%から16.4%

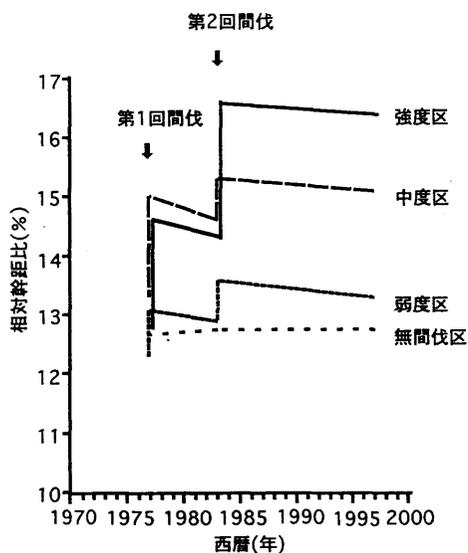


Fig.3 Transition of the percentage of the mean distance between stems to the mean height of the upper-trees.  
図-3 相対幹距比の推移

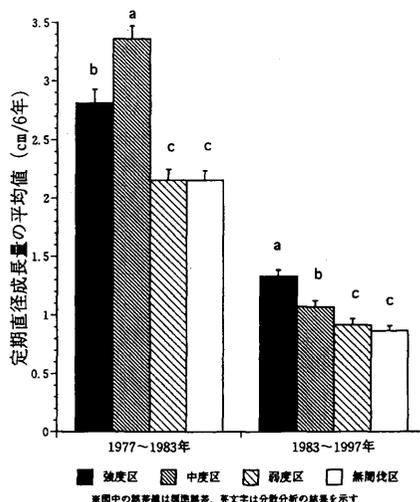


Fig.4 Mean of the periodic diameter increment on each block.  
図-4 各ブロックの定期直径成長の平均値

に推移し、定期あたりでは前の期間の値と比較すると、その減少割合が小さくなった。

## 2) ブロックごとの定期直径成長量

1977～1983年と1983～1997年の両期間におけるブロックごとの定期直径成長量（6年間）の平均値と標準誤差を図-4に示す。1977～1983年と1983～1997年とも、相対幹距比が大きい順位と成長量の平均値の順位が等しくなった。検定の結果、両期間とも弱度と無間伐の間以外はすべてに危険率5%で有意な差が認められた。

## 3) 期首直径階ごとの定期成長量

期首直径を5cmごとに区分して、各期首直径階の定期成長量の平均値をブロック間で、1977～1983年（1回目の間伐後から2回目の間伐前）、1983～1997年（2回目の間伐後から3回目の間伐前）の両期間について比較した結果を図-5(a),(b)に示す。

1回目の間伐で相対幹距比が最も大きくなった中度ブロックの定期直径成長量の平均値が最も大きく、全直径階で中度ブロックと弱度・無間伐ブロックとで有意な差が認められた。

2回目の間伐によって1983年から1997年では、強度ブロックの成長量の平均値がほとんどの直径階で大きいかまたはほぼ等しくなったが、検定の結果では30～35cm（30cm以上、35cm未満）と35～40cmの直径階で強度ブロックと中度・無間伐ブロックとで危険率5%で有意な差が認められた。

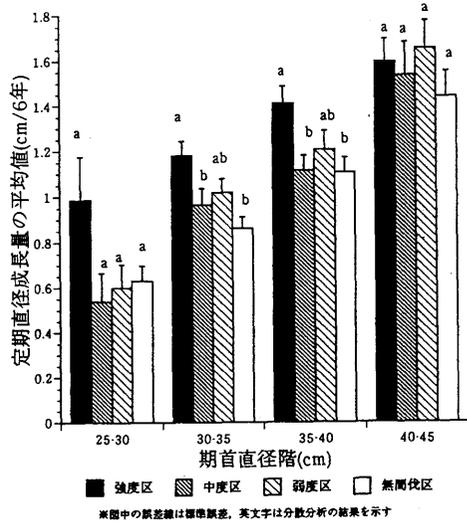
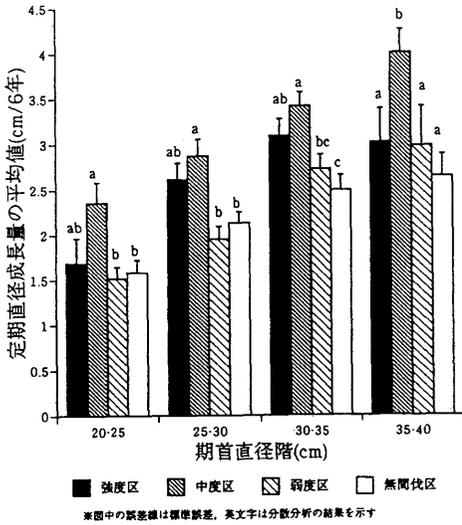


Fig. 5(a) Mean periodic increment of diameter on each initial diameter class (1977-1983).  
 図-5(a) 期首直径階ごとの定期直径成長量 (1977~1983)

Fig. 5(b) Mean periodic increment of diameter on each initial diameter class (1983-1997).  
 図-5(b) 期首直径階ごとの定期直径成長量 (1983~1997)

4) 直径上位からの本数の推移

測定年ごとの直径上位からの積算本数, 特に35cm以上と40cm以上の場合についての計算結果を図-6に示す。第1回間伐後の直径40cm以上の積算本数は, 強度区が50本でそれ以外は44本とほぼ等しかったが, 第2回目の間伐前, さらに第3回目の間伐前と時間が経過するにしたがって, ブロック間の差が大きくなった。特に, 1回目の間伐で間伐強度の最も強かった中度が第2回目の間伐前には本数が最も多くなったが, 3回目間伐前では強度ブ

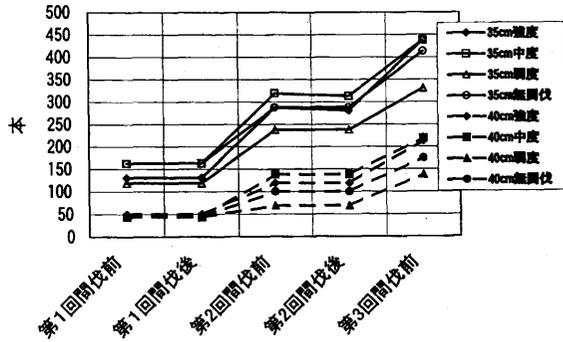


Fig. 6 Transition of the number of stems of the upper-tree.  
 図-6 直径上位からの積算本数の推移

ロックで本数が増加しほぼ等しい本数となり, 弱度と無間伐ブロックの本数との差が広がる傾向にあった。35cm以上の場合は, 第1回間伐前には中度と無間伐が同本数で, 強度と弱度がほぼ同数であったが, 第2回間伐前には中度が最も多く, ついで強度と無間伐がつづき, さらに弱度の順であった。さらに第3回間伐前には, 強度と中度でほぼ同数で本数が多く, ついで無間伐そして弱度の順となり, 強度での本数増加が最も大きくなり, 間伐強度が直径上位の本数に大きく影響を与えることがわかった。

### 5) 成長量の比較

表-1の最下段に、粗成長量と純成長量、それぞれの初期値に対する割合を示している。これによれば、間伐木と枯死木を含めた粗成長量では、どのブロックも約30%の値を示し、間伐による差は認められなかった。しかし、間伐木だけを含めた純成長量では強度と中度ブロックでは約31%であるのに対して、弱度と無間伐ブロックでは25%となっており、強度と中度ブロックで間伐の効果が認められた。

### 6) 樹幹解析による平均木の成長

樹幹解析資料の中から、中度ブロックの平均木に相当する資料を選んで分析したところ(図-7)、樹高の連年成長量は60年生時には約20cmであるが、その後変動しながら徐々に少なくなり、85年以降は約10cmとなっているものの確実に成長を続けていた。一方、直径の連年成長量も、55年生時は約2mmで、65年から70年で一時約1mmまで落ち込むが、70年以降は再度2mmを越える時期もあり、全体としては約1.5mmの水準で推移し、85年以降で約1mmになっているものの樹高同様、確実に成長を続けていた。(図-7)

間伐の効果は、定差図に現れることが知られているので他の標本木についても定差図を作成し、間伐の効果を分析したが明確な影響は認められなかった。

以上の各解析から、スギの高齢林であっても中度以上、すなわち相対幹距比が約15%以上の間伐が林木の成長に影響することがわかった。しかしこれは樹高の成長が少ないながらも高齢級まで継続し、それによって樹冠の上方への発達が確保されることにより間伐効果があったものと考えられる。特に、間伐試験を実施した樹齢70年から76年では間伐効果のためか直径成長が高い水準で維持されているが、85年からは樹高の成長に著しい減少が認められるので、このままの状態であれば今後の間伐効果はあまり期待できないのではないかとと思われる。

## V おわりに

本研究では、スギ高齢林に設定されている間伐試験地の測定資料を用いて、間伐強度すなわち相対幹距比の違いが直径成長ならびに林分構造に及ぼす影響を明らかにした。

解析の結果、70年から90年生のスギ高齢林であっても相対幹距比が中度以上(相対幹距

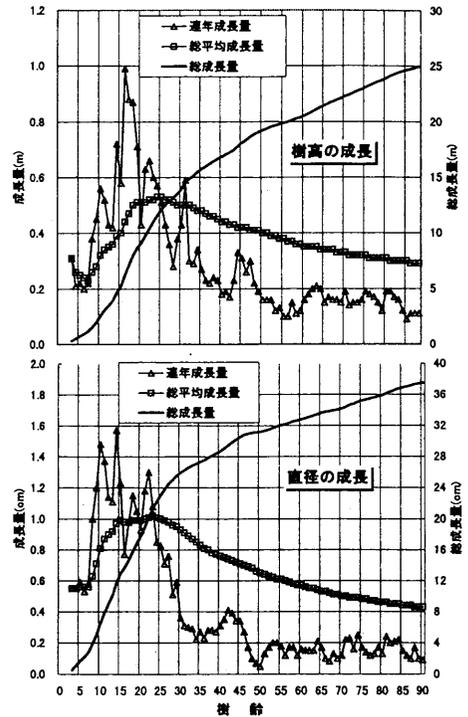


Fig. 7 Result of the stem analysis.

図-7 樹幹解析の結果

比では15%以上) になるような間伐を行うと直径成長ひいては純成長量を増大させる効果があり、有効な保育作業であると考えられた。

今回、間伐の指針として相対幹距比を用いたが、これは指数としての理解が比較的容易であり、現在間伐の指針に利用されている収量比数(橋本 1998)とも密接な関係があるので(石井 1996)、間伐の基準としてより好ましいのではないかと筆者らは考えている。

3回目の間伐を1998年に行ったので今後とも定期的に試験地の継続調査を行い、高齢林における間伐の効果を明らかにしていく予定であるとともに、林内の光環境と間伐強度との関係を明らかにして、全齢級に利用できるような間伐基準の確立について研究を進めていく予定である。さらに相対幹距比についても、継続調査が行われている固定試験地の資料を用いてこれを基準に成長解析を行い、間伐の指標としての有効性の評価を行う計画である。

## 謝 辞

本研究を進めるにあたり、旧都城営林署の方々には予備調査の段階から、間伐木の選木ならびに樹幹解析用円板の採取にまで多大な協力をいただいた。ここに記して心より御礼を申し上げる。さらに、このような立派な間伐試験地を計画・設定した故西澤正久教授ならびに当時の研究室のメンバーには今回の解析が出来たことを伝え、心より御礼を申し上げたい。

## 引用文献

- 藤森隆郎(1993) 長伐期施業の意義と課題. 山林 1: 6-13
- 藤原 信ら(1997) 宇都宮大学船生演習林における長伐期施業試験林の蓄積調査(V). 宇大農演報 33: 117-124
- 現代林業(1999) 市町村の間伐補助事業. 現代林業 6: 22-43
- 橋本 政樹(1998) 森林法等の一部を改正する法律について. 会報 383・384: 12-13
- 林 進(1993) 長伐期大径材生産の成立する要件. 林業技術 576: 16-19
- 石橋整司・上隅ゆふ(1996) 大径木生産を目的とした長伐期施業の将来性-西川林業地を中心とした検討. 日林論 107: 61-63
- 石井 弘(1996) 台風13号による森林被害と森林経営-鹿児島県大隅半島の場合. 平成7年度科学研究費補助金(一般研究C) 研究成果報告書. 11-20
- 鹿児島県(1988a) 複層林施業技術指針(メアサスギ超長伐期施業技術指針) 89pp
- 鹿児島県(1988b) 複層林施業技術指針(メアサスギ超長伐期施業資料-メアサスギ林分収穫表-) 89pp
- 永森通雄(1992) スギ長伐期施業体系確立のための生理生態学的研究. 平成3年度科学研究費補助金(総合研究A) 研究成果報告書. 142pp
- 西村武二ら(1989) スギ、ヒノキの粗放施業林と集約施業林の林分構造と風害の差異. 高知大農演報 18: 69-80
- 西澤 正久(1972) 森林測定. 林業教育研究会編. 農林出版, 東京. 348pp
- 鈴木 誠ら(1995) 千葉演習林におけるスギ高齢林分の間伐方法に関する検討. 日林誌 77(4): 314-320
- 鈴木 誠(1998) スギ・ヒノキ高齢林の経営論的研究-東京大学千葉演習林における人工林経営に関

する実験. 東大演報 100 : 131-213

(2001年11月26日受付 ; 2002年1月25日受理)

### Summary

The thinning effects for old Sugi(*Cryptomeria japonica*) stand were analyzed for 20 years from 70 to 90-years old on the experimental plot in Shiraga-dake, Kagoshima Prefecture. The thinning intensity was decided by the percentage of the mean distance between stems to the mean height of the upper-trees. The four thinning intensities, that is control(unthinned), weak(13%), medium(15%) and heavy(17%), were conducted in the experimental plot. The medium and heavy thinned areas have the larger growth of the diameter and total yield volume than the weak- and unthinned areas. Therefore, the higher ratio than 15% shows the thinning effects for the old sugi stand was concluded.

**Key words** : old Sugi stand , thinning, percentage of the mean distance between stems to the mean height of the upper-trees