

樹型級の経年変化に対する間伐の効果（九州ヒノキ林）*

森 田 栄 一**

1 はじめに

今日の木材生産に対する期待は、戦後の量優先時代からようやく量質両面への対応の必要性が唱えられるに至った。それ故、これまでの研究の主流も林木の質的生産よりも量的生産に偏っていた傾向は否定できまい。本来、林分はよほど十分な管理が行なわれないうち、直径階のちらばりは勿論、利用価値の低い不整形木や不良木の混在はまぬがれないにもかかわらず、この点に関する詳細な研究は最近あまり見ない。

本報は、針葉樹人工林の施業、特に間伐と生長・収穫に関する研究の一環として、先の林業試験場の技術開発課題「森林の取扱いと品等別収穫量の予想（S50～52年度）」に先立つこと3年前のS47年からS59年までの13年間にわたって、以下の目的にかかわる調査・解析を行ったものである。

目的：間伐は経営目標と対象林分の林相とに照らして選ばれた施業方針に基づいて実施されるべきであるが、その効用としては単に残存木の生長促進や間伐材の利用という量的効果のみならず、林内環境の改善としての地温・下層植生・土壌構造など有形無形の多くの効用が唱えられてきた。

ここでは、その中の一つとして、間伐が残存木の質的効果におよぼす影響、特に、樹型級の経年変化に対する間伐の効果について検討すると共に、枝下の幹材の品等区分についても検討する。

なお、この本報の中には、技術開発課題の報告書の印刷に採用されなかった分も含めてとりまとめた。

2 資料と方法

資料には林試九州支場が定期的に調査を行っている固定試験地のうち、筆者が調査に出向く機会があったヒノキ林7林分10プロットについて、標準地内の単木ごとの樹型級を判定し、生長にともなう樹型級の変化をしらべた。これらの林分の調査間隔とその林齢を図-1に示す。なお、この中には比較として追加した一回調査の4林分6プロットも加えた。

これら林内の各単木は、寺崎式樹型級区分¹⁾に準じて、1級木・2級木・3級木・4級木(劣勢木)・5級木(枯死木)の5種に区分し、その経年変化および林分の管理履歴や林況との関係について検討した。また、この樹型級区分と同時に枝下の幹材(1・2番玉)の品等もしらべたので併せて言及する。

* Eiiichi Morita : The Effect of Thinning for a Secular Change of Tree Form Class

** 林業試験場九州支場 Kyushu Branch, For. & For. Prod. Res. Inst., Kumamoto 860

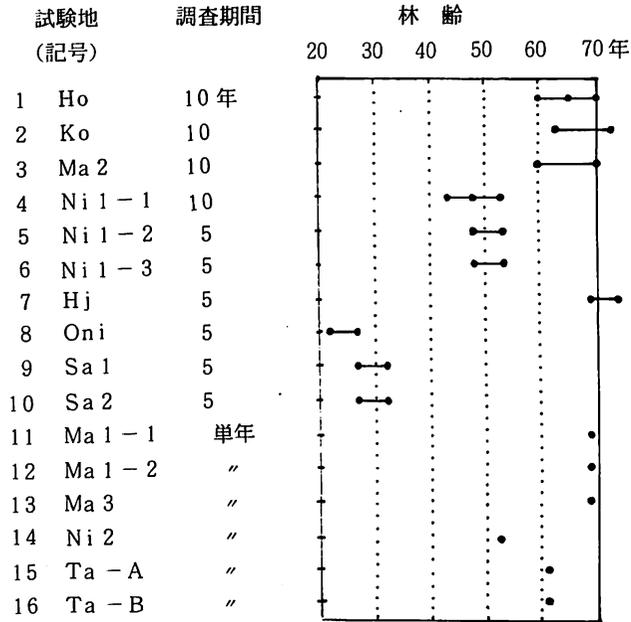


図-1 調査林分の調査間隔とその林齢

3 結果と考察

1) 樹型級の経年変化

期首と期末の樹型級の変化は表-1に示す例のとおり、前期と後期の樹型級から上位級へ昇格したもの、同位級にとどまったもの、さらには下位級へ降格したものを各樹型級別に整理し、期首・期末それぞれにおける各樹型級別の本数百分率（以下、本数比という）を算出した⁵⁾。これらの結果を表-2および図-2に示す。

表-1 個別林分ごとの樹型級区分別の本数・百分率の集計表の例
(試験地記号 Hj 面積 0.103 ha)

期首 \ 期末	上位級へ昇格			同位級	下位級へ降格				期首		期末		増減 %
	1	2	3		2	3	4	5	n	%	n	%	
1 級木	-	-	-	120	12	18	0	0	150	74.6	125	62.2	-12.4
2 "	5	-	-	24	-	6	3	0	38	18.9	36	17.9	-1.0
3 "	0	0	-	3	-	-	0	0	3	1.5	28	13.9	+12.4
4 (劣)	0	0	1	9	-	-	-	0	10	5.0	12	6.0	+1.0
5 (枯)	0	0	0	0	-	-	-	-	0	0.	0	0.	0.
計	5	0	1	156	12	24	3	0	201	100.	201	100.	

表一2には、5年目と10年目の2回にわたって調査した林分2プロット、10年目に調査した林分2プロットおよび5年目だけ調査した林分6プロットの3種が示されている。これらの林分は調査時の林齢はもとより林分の地位指標（地位級を10分の1単位で表示。たとえば、1.9等地とは2等地より0.1だけ1等地寄りの林分をあらわす）および間伐時期・本数間伐率などもそれぞれ異なっている。また、同一林分内に複数のプロットが設定されているものもある。この表から特筆される諸点として以下の点が指摘できる。

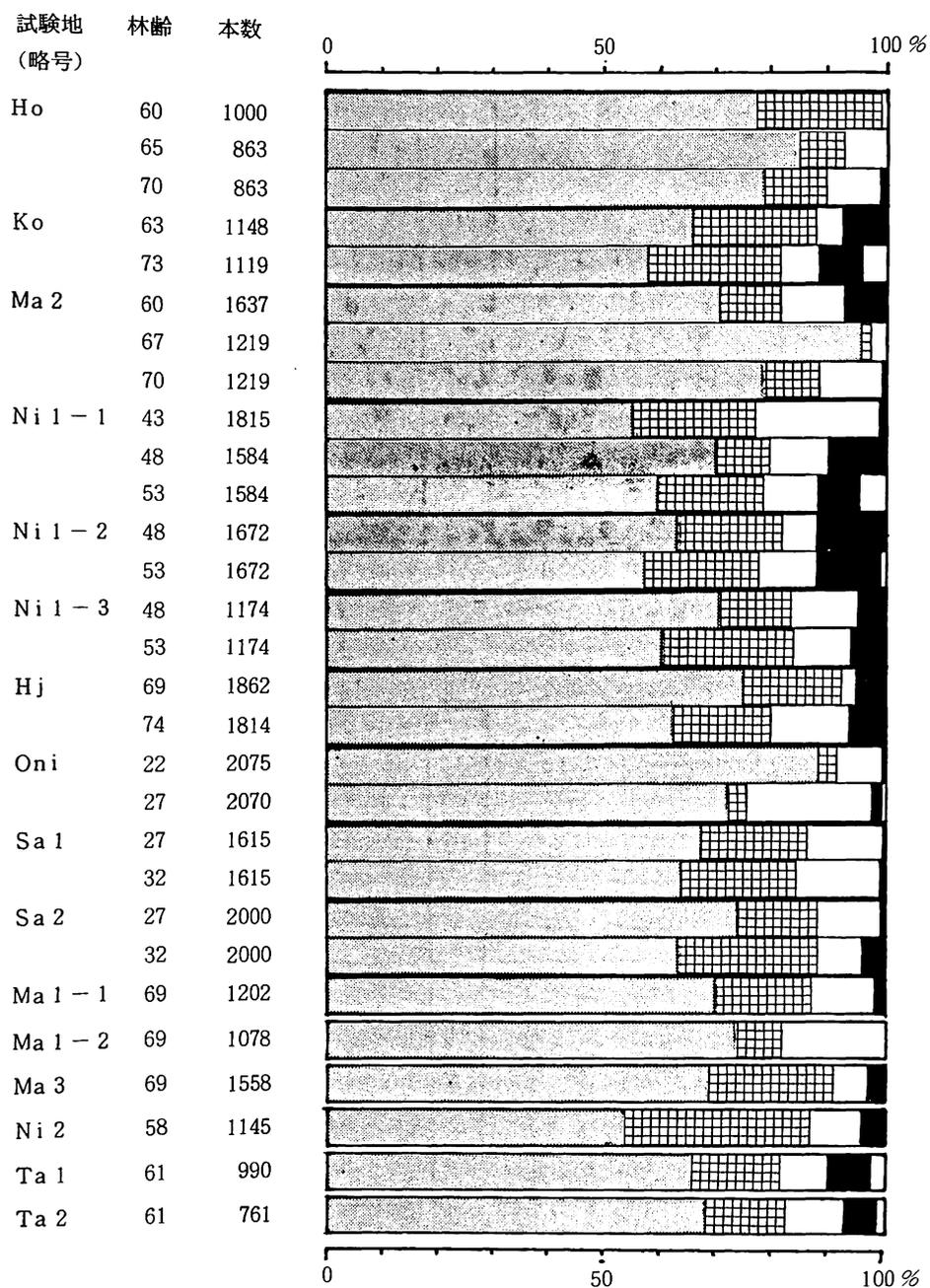
- a) 1級木の百分率は林分記号Ko, Ni 1-2の57%からHo 5年目の83%の幅がある。
- b) 間伐によって1級木が増加し、昇降格の百分率の差がプラスを示したのは、わずかに林分記号Hoの5年目とNi 1-1の5年目だけであった。
- c) 残る林分では、ほとんど減少したが、その中味を見ると長期間無間伐のまゝの林分はかなり1級木が減少した(Ko, Hj)。また、比較的に地位が良好な若い林分では、その生長が旺盛なため、当然林木間の競争も激しく、5年後にはかなり1級木の減少が見られた(Oni, Sa 2)。しかし、中高齢の林分(Ni 1-2, Ni 1-3)であっても、かなりの減少が見られ、特に期間の途中で間伐されたMa 2では、間伐後の残存木だけについて見ればかなりの減少傾向を示している。
- d) 植栽後32年間完全な無間伐状態で経過した林分記号Sa 2と林齢24年に本数で27%間伐された隣接の間伐区Sa 1とでは残存する1級木の百分率にはほとんど差がなかったが、林木間の競合による降格の割合はかなり異なっている。
- e) 林分高の上層樹帯を構成する1級木と2級木との和の百分率は約75%から93%の範囲を示し、下層木は割合に少ないことが伺われる。このことは、これまで唱えられてきた上層木樹高の算出方法としての英国方式(10×10m=100㎡に1本)が妥当かどうか疑問であり、早急に統一された方式を決めるべきであろう。
- f) 間伐後の時間の経過に対する樹型級の百分率の変化は図一2における林分記号HoとNi 1-1に示した期首→5年目→10年目の変化を見れば明らかなように、5年目では間伐によって上位級の百分率が増加しても、10年目にはほぼ期首の百分率に近い状態に戻りつつあることから、九州における間伐の残効はほぼ10年以下の範囲にとどまるものと推察される。
- g) さらに、これら昇降格の差を林齢別、地位指標別、本数密度別および最近の本数間伐率別に見ると、図一3にしめすように、資料数の制約もあるが、林齢別、地位指標別および本数密度別ではあまり顕著な傾向は見られず、僅かに本数間伐率別の図において間伐率が高いほど降格の割合が少ない傾向が伺われた。

以上のように、樹型級の経年変化から林分は林齢の推移にともなう林木間の競合によって次第に下位の樹型級に降格する林木が増加することが伺われるが、これに対する間伐の効果は地位・林齢にあまり関係なく、いずれの林分においてもかなりの効果があることが伺われる。

表一 2 試験地別の樹型級の変化（級別変化と昇格・降格の比率）

No	試験地名 (記号)	期 間 (林齡)	地位 本数密度 指標(間伐後)	期末の樹型級(増減) %					昇降格 の差%	1・2級 木の和%	間伐履歴	
				1 級 木	2 級 木	3 級 木	4 級 木	5 級 木			林齡	N %
1	Ho	5 (60~65)	2.4 863	84.6 (+ 6.9)	8.2 (-13.6)	7.3 (+ 6.4)	0.	0	+ 2.7	92.8	63	13.7
	"	10 (60~70)	"	78.2 (+ 0.9)	11.8 (-10.0)	9.1 (+ 8.2)	0.9 (0.9)	0	- 8.2	90.0	"	"
2	Ko	10 (63~73)	1.6 1,050	57.4 (- 9.0)	24.7 (+ 3.2)	6.5 (+ 1.8)	7.2 (-0.4)	0	-17.6	82.1	42年間無間伐	
3	Ma 2	10 (60~70)	2.7 1,219	77.8 (+ 6.3)	10.8 (+ 0.8)	10.5 (- 1.0)	1.0 (-6.1)	0	-19.6 (88.6)	67	25.5	
				(-18.3)	(+ 9.5)	(+ 8.2)	(+0.7)	0			間伐後に対して	
4	Ni 1-1	5 (43~48)	1.5 1,584	69.9 (+14.6)	7.9 (-11.7)	10.7 (-11.7)	9.7 (+8.7)	0	+ 6.8	77.8	43	12.7
	"	10 (43~53)	"	60.2 (+ 3.9)	18.5 (- 1.9)	9.7 (+12.6)	7.8 (+6.8)	3.9 (+3.9)	- 2.9	78.7	"	"
5	Ni 1-2	5 (48~53)	1.5 1,672	57.0 (- 9.3)	20.6 (+ 1.9)	10.3 (+ 4.7)	11.2 (+1.9)	0.9 (+0.9)	-15.9	77.6	43	3.5*
6	Ni 1-3	5 (48~53)	1.5 1,174	60.5 (- 9.9)	23.5 (+ 9.9)	9.9 (- 1.2)	6.2 (+1.2)	0	- 9.9	84.0	43	19.8
7	Hj	5 (69~74)	1.9 862	62.2 (-12.4)	17.9 (- 1.0)	13.9 (+12.4)	6.0 (+1.0)	0	-16.4	80.1	21年間無間伐	
8	Oni	5 (22~27)	1.4 2,070	71.6 (-17.1)	3.2 (+ 1.5)	22.4 (+13.7)	1.9 (+1.4)	0.5 (+0.5)	-19.5	74.8	17	25.7
9	Sa 1	5 (27~32)	1.3 1,615	62.8 (- 4.2)	21.8 (+ 3.2)	14.5 (+ 1.2)	0.9 (+0.3)		- 4.9	84.6	24	27.1
10	Sa 2	5 (27~32)	1.3 2,000	63.7 (- 9.8)	24.5 (+ 8.8)	7.8 (- 2.0)	3.9 (+2.9)		-12.8	88.2	32年間無間伐	

* : 枯死寸前の劣勢木のみ整理伐



図一 2 樹型級別の本数百分率の推移

1級木
 2級木
 3級木
 4級木
 5級木

(劣勢) (枯死)

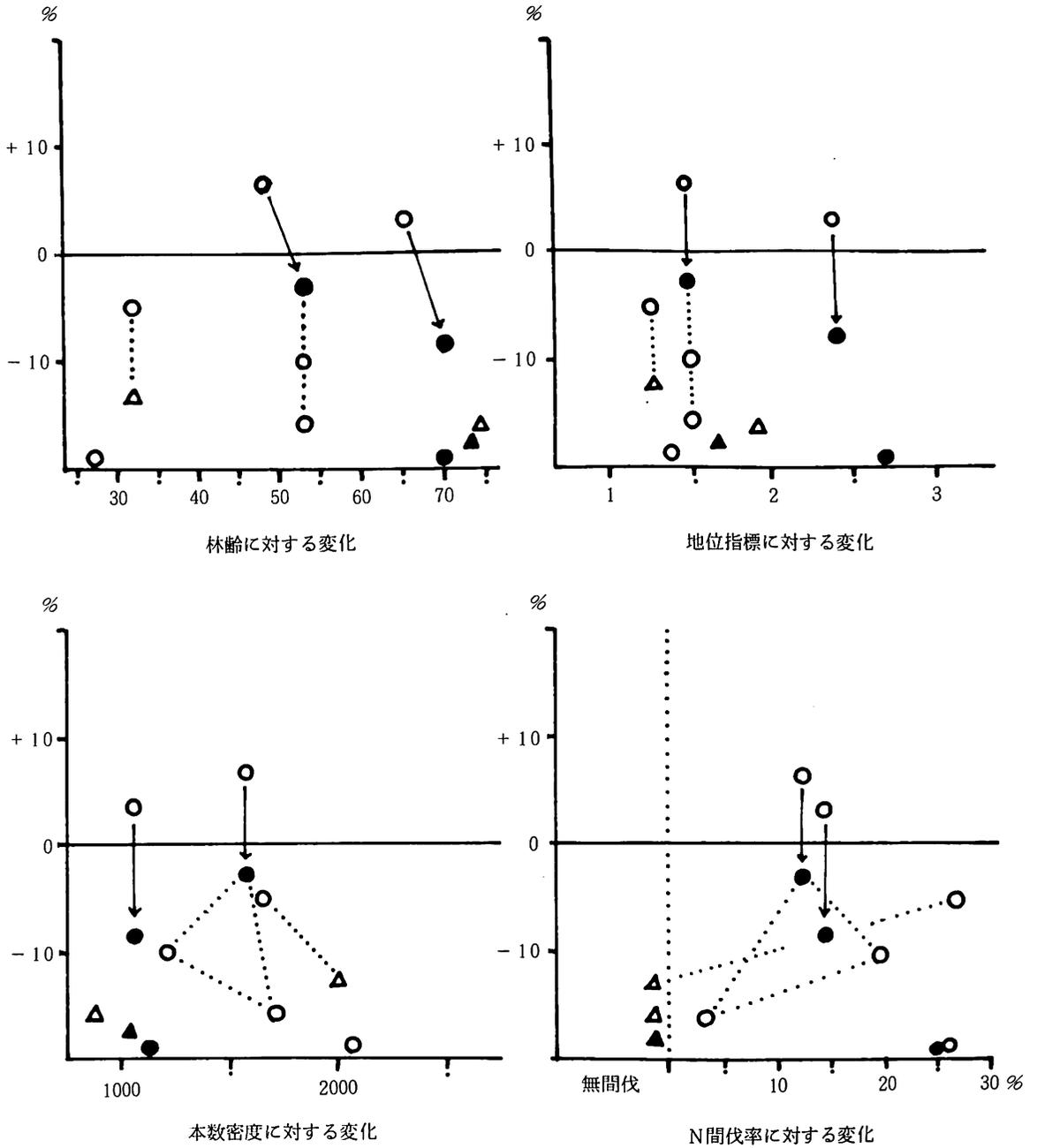


図-3 各林分因子に対する樹型級の増減率

○：5年後 △：同 無間伐
●：10年後 ▲：同 無間伐
—：同じP lot ……：同じ試験地内

ちなみに、林分の林齢・調査期間・地位指標・本数密度・本数間伐率および期首の1級木の百分率を独立変量として、期末の1級木の百分率、1級木の期間内増減率および昇降格率に対する有効性をしらべてみると、表-3に示すように、単相関では期末の1級木に対する地位指標がたゞ一つ5%で有意な傾向を示したが、その相関係数 r は0.72とあまり高くなかった。しかし、6つの変量の組合わせについて見ると、期末の1級木の百分率では、林齢・地位指標・本数密度・本数間伐率の4変量まで減らしても重相関係数 $R = 0.9466$ とかなりの精度を示し、調査期間や期首の1級木の百分率を必要としないのに対して、1級木の期間内増減率と昇降格率では期首の1級木の百分率を除けば著しく精度が低下した。

表-3 林分因子の組合わせによる期末1級木%・増減率・昇降格率の推定精度

1) 単相関 (n = 11)

	X i						Y		
	1	2	3	4	5	6	7, 期末1級木%	8, 増減率	9, 昇降格率
1, 林齢 ○							0.0842	0.2075	0.0101
2, 期間 ○		○					0.0683	0.1858	0.0447
3, 地位指標 ○			○				0.7203 *	0.3554	0.2441
4, 本数密度 ○				○			0.2806	0.2394	0.1491
5, 間伐率 (N%) ○					○		0.3290	0.0817	0.2841
6, 期首1級木 (%) ○						○	0.4634	0.5794	0.5088

2) 重相関係数 R と残差

X i						Y			R	Residual	F 検定
1	2	3	4	5	6	7	8	9			
○	○	○	○	○	○	○			0.9505	76.0744	Max. Model
○		○	○	○	○	○			0.9492	78.0553	not sig.
○	○	○	○	○		○			0.9474	80.7037	"
○		○	○	○		○			0.9466	81.9649	"
○	○	○	○	○	○		○		0.9599	73.5288	M. M.
○		○	○	○	○		○		0.9589	75.3829	not sig.
○	○	○	○	○			○		0.4016	784.9614	**
○	○	○	○	○	○			○	0.9624	54.6564	M. M.
○		○	○	○	○			○	0.9537	67.0457	not sig.
○	○	○	○	○				○	0.4076	618.3406	**

2) 枝下の幹材の品等別本数百分率

以上のほか、資料とした林分において樹型級区分と同時に枝下の幹材についての品等区分も行った。品等区分は1～3等とし、樹型級1～4級木について以下の区分とした。

品等1等： 丸太一玉（3～6m）か二玉が採材可能で、外見上枯枝の残りも少なく、欠陥が認められない良材

品等2等： 幾分大きな枯枝が残る場合。僅かな曲がりや偏平な傾向など著しい欠陥ではないが品等一等と認められないもの

品等3等： かなりの曲がり、ふたまた、大枝、きずなど重大な欠陥があると認められるもの
その結果は表—4に示すとおりで、おゝよそ以下のことが指摘できる。

a) 幹材がほゞ無駄なく利用できると思われる品等1～2等材の割合は、林分記号Koを除いて、おゝよそ70～95%であった。これらのうち、かなり長期にわたって無間伐の状態が続いた4つの林分（Ko, Hj, Sa2, Ta1）の中にもかなり高い割合を示したものもみられた。これらのうち、Hjはかなり早い時期から本数密度も少なく（林齢33年1,308本、林齢74年814本）、かなり大径木が多い。しかし、このように外見上は大きかったが、一部に根株芯腐れが見られ樹病研の現地診断ではかなりの木が根株芯腐れと診断された。また、Koは玄海灘に面する伊万里に位置するが、かなり以前に幹部の上下に被害（凍裂害？）を受けたと思われる立木が多く、著しいキズ18%、曲がり8%、ふたまた3%を含む特異な林分と見られ、この林分だけは品等1～2等材が約50%とかなり少なかった。

b) 品等1等材だけについて見ると、かなりの較差が見られその範囲は上述の林分記号Koの12.9%からHjの71%を示した。これらのうち品等1等材の少ない林分の特長を見ると、林分記号Koは上述のとおりであるが、最も地位級の悪いMa3は林齢67年まで約2,400本（林齢38年2,590本、林齢49年2,560本）とかなりの高密度で管理されたこともあって林分全体の立木が、互いに競合し、共倒れの生長（林齢64年の平均直径19cm、範囲12～28cm）を示し、著しく直径生長が劣っているために幹の蛇行が認められた。また、仮に3.2cmの柱材（上部皮付直径16cm）に及ばない小径木の直径をこの林分の林況から推定すると²⁾、 $D_{1.2} = 17.8\text{cm}$ となり、一方、この林分の直径階別本数分布表から求めた18cm以下の本数比は実に36.6%となることから、いかに本数管理が重要かを如実に示しているかがわかる。

c) 同一林分内に複数のプロットをもつNi, Sa, Taについては、

Ni：最も本数の少ないNi1—3は、すでに品等1等材に属する立木も間伐材として収穫されたものと推察される。

Sa：植栽後、完全な無間伐状態で管理されているSa2は、まだ林齢が若いこともあってSa1に比べてあまり差は認められないが、今後、次第にその差があらわれることが予想される。ちなみに、林齢30年時における樹冠長比⁴⁾は、Sa1で0.254（樹高の $\frac{1}{4}$ ）、Sa2で0.217（樹高の $\frac{1}{4.6}$ ）とかなりの差が認められた。

Ta：この林分は、すでに林齢34年において約1,100本とかなり疎な管理がなされていたが、11年前の林齢50年時に Ta 2 は本数で約20%の間伐を行った結果、現在では Ta 1 よりもやゝ品等1等材の割合が多い。

以上の結果、林分内に存在する1～2等材は約70～95%を占めているが、実生ヒノキ林の特長として、林地に植栽された苗木の良し悪し、その後の生長と競争、さらには隣接木との相対的な位置関係から、どうしても間伐できない下位品等の立木が残存する。したがって、伐期により多くの上位品等の立木を残すためには、林齢の若い時期からよく単木の将来を考慮した間伐を実施しなければ、折角伐期まで残しながらその立木の価値は低いものとなろう。

表一 4 幹形の品等別本数比率

No	試験地名 (記号)	地位 林齢	本数 指標	本数 密度	品 等 (%)				間伐履歴
					1等	2等	3等	枯死(1+2等)	
1	Ho	65	2.4	863	66.4	28.2	5.4	— (94.6)	間伐後の残存木
2	Ko	73	1.6	1,050	12.9	38.7	44.1	4.3 (51.6)	42年間無間伐
4	Ni 1 - 1	53	1.5	1,584	47.6	37.8	14.6	— (85.4)	間伐後10年
5	Ni 1 - 2	53	〃	1,672	40.2	40.2	19.6	— (80.4)	t 43 N 3.5%
6	Ni 1 - 3	53	〃	1,174	34.6	37.0	28.4	— (71.6)	間伐後10年 (13%)
7	Hj	69	1.9	862	71.1	21.4	7.5	— (92.5)	21年間無間伐
8	Oni	22	1.4	2,075	66.4	28.1	5.5	— (94.5)	間伐後の残存木
9	Sa 1	27	1.3	1,615	37.2	44.5	18.3	— (81.7)	間伐3年前
10	Sa 2	27	1.3	2,000	40.2	37.3	22.5	— (77.5)	植栽後無間伐
11	Ma 1 - 1	70	2.3	1,190	30.9	46.4	22.7	— (77.3)	間伐3年前 (33.8%)
12	Ma 1 - 2	70	2.3	1,078	38.8	44.1	17.1	— (82.9)	間伐13年前, 3年前 (23.0%, 28.8%)
3	Ma 2	70	2.7	1,219	35.0	48.7	16.3	— (83.7)	間伐3年前 (23.6%)
13	Ma 3	70	3.0	1,590	19.5	53.9	24.6	2.0 (73.4)	間伐3年前 (33.3%)
15	Ta 1	61	1.6	990	40.6	44.5	14.9	— (85.1)	27年以上無間伐
16	Ta 2	61	1.6	761	44.8	42.4	12.8	— (87.2)	間伐後11年

3) 地位・密度管理履歴の異なる同一地域内の試験地間の比較

上述の資料の中で、特に同一地域内に異なる3つの地位級の試験地をもつ林分記号 Ma 1, Ma 2, Ma 3 について、樹型級別・品等別に比較してみると、表一5のとおりで、以下の諸点が指摘される。

- 品等1等材における樹型級別の割合は、1級木の占める割合が圧倒的に多い。しかし、前述したように最も地位級の劣る林分でありながら最も高密度に維持された Ma 3 では、他のプロット Ma 1, Ma 2 より10%以上も少ない。
- この傾向は品等1～2等材を合わせた本数比においてもほぼ同様であるが、品等2等材における樹型級2～3級木の割合は、品等1等材の場合よりも多い。
- 樹型級別の本数比は、1級木が多いために、全本数を100とする比率では品等3等材の割合も多く見えるが、各樹型級ごとに見ると、品等3等材の占める割合は下位の樹型級ほど多く、特に樹型級3級木以下では品等1等材が皆無のプロットも認められた。
- 現地における観察では、樹型級3級木の中には直径生長を抑圧された幹の細りの完満な良質の柱適格材も認められた。
- これら4つのプロットにおける林齢64年時の樹冠長比^{3, 4)}は、Ma 1-1で0.174, Ma 1-2で0.191, Ma 2で0.153であるのに対して、Ma 3では0.119(樹高の1/8)と極端な枯れ上りを示し、本数密度が直径生長を阻害していることは明らかである。

表一5 地位・密度管理履歴の異なる同一地域内の試験地間の比較

試験地 (記号)	樹型級	品等			枯死	計
		1等	2等	3等		
Ma 1-1 地位指標 2.3 本数密度 1190	1級木	26.8	30.9	11.9		69.6
	2 "	3.6	7.2	6.2		17.0
	3 "	0.5	7.2	3.6		11.3
	4(劣)		1.1	1.0		2.1
	5(枯)					
	計		77.3		22.7	100.0
Ma 1-2 2.3 1,078	1級木	31.6	31.5	9.9		73.0
	2 "	1.8	3.6	3.6		9.0
	3 "	5.4	9.0	3.6		18.0
	4(劣)					
	5(枯)					
	計		82.9		17.1	100.0
Ma 2 2.7 1219	1級木	30.8	35.9	11.1		77.8
	2 "	1.6	6.5	2.6		10.7
	3 "	2.6	5.6	2.3		10.5
	4(劣)		0.7	0.3		1.0
	5(枯)					
	計		83.7		16.3	100.0
Ma 3 3.0 1590	1級木	17.6	38.8	12.3		68.7
	2 "	2.0	10.7	9.3		22.0
	3 "		3.8	2.2		6.0
	4(劣)		0.5	0.8		1.3
	5(枯)				2.0	2.0
	計		73.6		24.6	2.0

本数の履歴

	1968	1973	1973	1978	1981	1983	備考
		(1974)	間伐	(1979)	間伐	(1984)	
Ma 1-1		1877		1816	-614	1202	枯 -12=1190
Ma 1-2		1932	-417	1515	-437	1078	
Ma 2*		(1637)		(1629)	-410	(1219)	
Ma 3	2474			2382	-792	1590	

* : Ma 2 の調査年は ()

4 おわりに

以上のように、間伐は単木の量的生長に対する効果と同時に質的な樹型級の変化に対しても効果があることを示すことができた。特に、これらの資料は、筆者が調査に関与した試験地において、時としては昼休み、あるいは早出・遅帰りの時間を活用して調査したものであって、このために特別に用いた経常の研究費はごく僅かである。

思うに、林学の研究は、このようになかなか長期の時間を要するものも多く、特にスギ・ヒノキの生長調査は一般に5年に一回の調査であり、仮に測定値の是非を吟味するためには、図-4のように、少なくとも4回16年の期間が必要である。また、このような時系列的資料は単年調査と異なるより重要な情報をもたらすことも多い。しかし、農林水産省の主流は単年作物を取り扱かう農業部門であり、そのために最近の研究ペースは、3~5年を期間とする別枠・特別などの研究体制がとられている。

「はじめに」述べたように、この例にたがわず、本研究に関連する「品等別収穫量の予想」も3年の研究期間であったが、これでは林木の生長にともなう変化をとらえることはできない。むしろ、かかる別枠・特別研究は、日頃の経常研究の中で培われてきた課題の総仕上げとして活用されるべきであろうと痛感する。もとより「1研究員が勤務する年数から考えれば、10年を1単位とする研究ならば2つか3つかできない」との反論もあろうが、これは全くの誤りと言いたい。なぜならば、恒常的に研究成果をあげるためには、一つの研究が終わってから次の研究の設計にかゝるものではなく、「種まきと収穫」は同時平行的に、互いに重複させながら遂行されるべきものであろう。

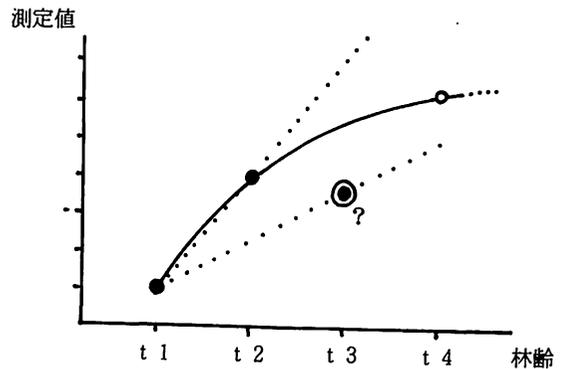


図-4 測定値の信頼性のCheckには少なくとも4回の測定値が必要

引用文献・参考文献

- 1) 三浦伊八郎：森林家必携, 233 ~ 234, 1967
- 2) 森田 栄一：日林九支研論 33, 29 ~ 30, 1980
- 3) _____ : _____ 35, 31 ~ 32, 1982
- 4) _____ : _____ 35, 33 ~ 34, 1982
- 5) _____ : _____ 36, 55 ~ 56, 1983