

## 列状間伐の方法が間伐収穫量に及ぼす影響\*1

豊留 勝\*2 · 竹内郁雄\*3

豊留 勝・竹内郁雄：列状間伐の方法が間伐収穫量に及ぼす影響 九州森林研究 62:11-13, 2009 鹿児島県下のスギ、ヒノキ人工林の同一林分内において強度の異なる列状間伐と下層間伐を加えて本数間伐率を33%と一定にする選木を行い、列状間伐の方法が間伐収穫量に及ぼす影響について検討した。2残1伐の丸太収穫量を100とすると2残1伐、3残1伐、4残1伐、下層間伐の順にスギ林分で100、90、88、75、ヒノキ林分で100、72、67、47であり、スギ、ヒノキ林分ともに2残1伐で最大、下層間伐で最小、下層間伐と組み合わせた列状間伐である3残1伐、4残1伐はその間の値であった。スギ林分には比ヒノキ林分において間伐方法による差異が著しかったが、今回対象としたヒノキ林分の多くはサイズの小さい不良木が多く存在し、下層間伐においてこのサイズの小さい不良木が中心に選木されたためである。このことから列状間伐を行うまでの保育間伐が適切に行われたかが影響すると考えられた。

キーワード：列状間伐、スギ、ヒノキ、収穫量、不良材

## I. はじめに

近年、列状間伐が多く地域で実施されている。しかし、列状間伐の強度の違いによる丸太収穫量への影響などについての検討は、間伐収穫モデルを用いた細田ほか(1999)によるものがみられるだけである。著者ら(豊留・竹内, 2008)はスギ、ヒノキ人工林の同一林分内において強度の異なる列状間伐と下層間伐を加えて本数間伐率を一定にする選木を行い、列状間伐の強度と間伐木の関係を既に報告した。今回は列状間伐の方法が間伐収穫量に及ぼす影響について検討した。

## II. 調査地と方法

## 1. 調査地と調査方法

調査地や調査方法は既に報告した(豊留・竹内, 2008)ので概要を述べる。調査地は鹿児島県下のスギ、ヒノキ人工林各8林分で、スギ(S-1~8)は全てさし木林分、ヒノキ(H-1~8)は全て実生林分であった。

調査は林分内に0.04ha(20m×20m)の調査区を設定し、胸高直径、樹高、欠点(幹曲がり、傷)について毎木調査を行なった。次に、強度の異なる列状間伐の選木を行ない間伐木を決定した。本研究では、本数間伐率を33%と一定にして列状間伐の方法と間伐木の関係を検討するため、本数間伐率が33%、25%、20%となる2残1伐、3残1伐、4残1伐の3段階の列状間伐による選木と、列状間伐の選木だけでは本数間伐率が33%に満たなかった3残1伐、4残1伐においては下層間伐による選木をそれぞれ8%、13%加え、本数間伐率が33%となるようにした。列状間伐における列の幅は植栽列が明瞭な林分では植栽列を1列とし、不明瞭な林分では植栽間隔(3000本/ha植栽の場合1.8m)を1列とした。また、比較のために本数間伐率33%の下層間伐のみの選木を行

なった。なお、下層間伐は寺崎式B種間伐によって形質、残存木の配置を考慮して選木した。

## 2. 採材方法

立木の利用材積を求める際に必要となる上部直径はスギでは長浜(1981)のサシスギ(ヤブクグリを除く)、ヒノキでは福島ほか(1982)の絶対幹曲線式により推定した。

採材方法は丸太価格によって決定するという方法(家原, 1989; 吉田・今田, 1989)もあるが、今回は丸太収穫量の推定を目的としており価格の推定を目的としない。そこで、単木の利用材積が最大となるように材長3mないし4mで、無皮末口径16cm以上の丸太を採材する方法とした。このため、無皮末口径が16cm未満の丸太材積については考慮しなかった。また、立木の伐採高を20cmに定め、採材時の余尺は考えないものとした。

今回は幹曲がり、傷のある立木(以下、不良木)は元玉のみを欠点のある材(以下、不良材)とし、2番玉以降は欠点のない材として扱った。

丸太材積は末口自乗法により求め、丸太材積を積算したものを丸太収穫量とした。

## 3. 作業路の開設に伴う支障木

列状間伐および下層間伐は、初回の収穫間伐と想定し、幅3m、ヘクタールあたり200mの作業路(0.06haに相当)を開設するものとし、作業路開設に伴う支障木も間伐収穫量として扱った。支障木はサイズや形質等に関わらず伐採されることから、その平均直径や平均樹高、不良木の本数割合は林分の平均値を用い、本数および材積は林分全体の6%とした。このため、本報告では本数間伐率は33%としたが、この値は林分から支障木を除いた立木本数(0.94haに相当)に対するものであり、実際に収穫される立木の本数割合は全立木の37%(支障木6%+間伐木31%)となる。

\*1 Toyodome, M. and Takeuchi, I.: Relationship between methods of linethinning and logs volume.

\*2 鹿児島大学大学院農学研究科 Grad. Sch. Agric., Kagoshima Univ., Kagoshima 890-0065

\*3 鹿児島大学農学部 Fac. Agric., Kagoshima Univ., Kagoshima 890-0065

III. 結果と考察

1. 林分調査結果

林分調査結果を表-1に示す。収量比数は、ヒノキ林分のH-4で0.74, H-8で0.73と低い値を示したが、その他の林分は0.80に近い値であり中庸仕立てにおける要間伐林分であった。ただ、収量比数の高い林分でもスギ林分が0.84, ヒノキ林分が0.82で過密林分は含まれていなかった。

表-1. 林分調査結果

スギ	林齢 (年)	密度 (本/ha)	収量比数	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	幹材積 (m <sup>3</sup> /ha)
S-1	42	1700	0.82	21.8±3.9	15.2±1.6	494.4
S-2	35	975	0.80	35.8±7.6	21.8±2.7	989.6
S-3	21	1975	0.81	18.2±2.4	13.5±1.0	352.9
S-4	25	2025	0.84	17.8±2.7	14.2±1.1	375.3
S-5	33	1050	0.79	27.6±5.3	20.7±1.3	637.0
S-6	30	1100	0.80	26.1±3.9	19.7±1.3	566.5
S-7	23	2350	0.83	18.8±2.9	12.4±1.1	421.3
S-8	30	2325	0.76	16.7±2.9	10.4±1.2	283.6

ヒノキ	林齢 (年)	密度 (本/ha)	収量比数	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	幹材積 (m <sup>3</sup> /ha)
H-1	40	1250	0.82	20.8±3.1	18.4±1.1	407.1
H-2	36	1450	0.80	20.9±4.5	15.5±1.4	412.5
H-3	39	1575	0.80	18.0±3.1	14.6±1.3	312.5
H-4	38	1000	0.74	24.3±3.8	17.6±1.2	417.8
H-5	41	1725	0.81	20.7±3.2	13.8±0.7	423.6
H-6	38	1275	0.82	22.1±3.6	17.9±1.5	447.1
H-7	28	2075	0.81	16.5±2.9	11.8±1.0	281.4
H-8	35	1000	0.73	24.4±4.9	17.3±1.1	418.5

±の次の数値は標準偏差を示す。

次に、林分に含まれる不良木の本数割合を表-2に示す。スギ林分における不良木の本数割合は18~36%であるのに対して、ヒノキ林分は23~91%で幹曲がりのある立木が多く含まれる林分が存在した。

表-2. 林分に含まれる不良木の本数割合

スギ	幹曲がり (%)	傷 (%)	不良木 (%)	ヒノキ	幹曲がり (%)	傷 (%)	不良木 (%)
S-1	10	7	18	H-1	34	0	34
S-2	28	0	28	H-2	91	0	91
S-3	32	0	32	H-3	54	0	54
S-4	36	0	36	H-4	23	0	23
S-5	12	19	31	H-5	61	0	61
S-6	32	0	32	H-6	39	0	39
S-7	29	0	29	H-7	53	0	53
S-8	23	0	23	H-8	45	0	45

2. 生育段階と丸太収量

丸太収量を表-3に示す。各間伐方法の値は作業路開設に伴う支障木の丸太収量を加えたものである。スギ林分の丸太収量を2残1伐の値と比較すると、S-2が最も大きく308.7m<sup>3</sup>/ha, S-3が最も小さく15.9m<sup>3</sup>/haであった。一方、ヒノキ林分はH-4が最も大きく79.1m<sup>3</sup>/ha, H-7が最も小さく9.2m<sup>3</sup>/haであった。

生育段階による丸太収量の違いを検討するため、2残1伐と下層間伐について、林分の平均胸高直径と丸太収量の関係を図-1に示す。平均胸高直径と丸太収量の関係は、各々の間伐方法ごとに一次式で近似でき、一次式とR<sup>2</sup>値を図中に示した。ス

表-3. 丸太収量 (m<sup>3</sup>/ha)

スギ	2残1伐	3残1伐	4残1伐	下層間伐	支障木
S-1	70.0	76.4	76.4	65.3	13.7
S-2	308.7	260.6	274.7	248.3	46.7
S-3	15.9	28.3	18.3	16.5	3.9
S-4	25.0	20.9	14.9	6.5	4.1
S-5	159.4	155.5	137.9	104.3	26.2
S-6	147.0	131.0	131.9	118.3	22.0
S-7	20.7	20.7	14.6	23.0	5.6
S-8	19.5	11.6	10.5	13.5	2.0

ヒノキ	2残1伐	3残1伐	4残1伐	下層間伐	支障木
H-1	48.8	57.3	29.3	24.7	8.5
H-2	65.6	47.9	40.8	27.3	9.7
H-3	33.7	14.7	12.8	11.1	3.3
H-4	79.1	65.0	48.0	36.3	12.2
H-5	59.9	39.6	36.5	23.2	8.6
H-6	73.8	43.2	53.6	34.2	11.1
H-7	9.2	15.3	5.6	7.5	2.0
H-8	76.4	60.2	61.1	46.0	12.8

各間伐方法の値は、支障木の丸太収量を加えた値である。

ギ、ヒノキ林分の丸太収量は平均胸高直径が大きくなるほど増大する。スギ、ヒノキ林分とも3残1伐や4残1伐でも同様の関係がみられ、丸太収量は2残1伐と下層間伐の間にあった。また、回帰直線により平均胸高直径20cmにおける丸太収量を求めると、スギ林分の2残1伐で51m<sup>3</sup>, 下層間伐で39m<sup>3</sup>(2残1伐の77%), ヒノキ林分の2残1伐で48m<sup>3</sup>, 下層間伐で22m<sup>3</sup>(2残1伐の46%)であり、スギ林分には比ヒノキ林分において2残1伐と下層間伐の丸太収量に大きな差があった。このような差は平均胸高直径が大きくなるとともに拡大するといえた。

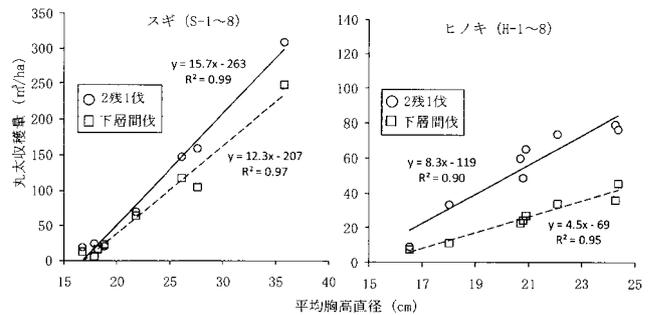


図-1. 林分の平均胸高直径と丸太収量の関係  
実線は2残1伐の回帰直線、破線は下層間伐の回帰直線を示す。

平均胸高直径が20cmに満たないスギの4林分(S-3, S-4, S-7, S-8)とヒノキの2林分(H-3, H-7)は2残1伐でも丸太収量が35m<sup>3</sup>/ha以下と小さく、収穫間伐は困難と考えられた。そこで、以下の検討はこれらの林分を除いて行った。

3. 間伐方法と丸太収量

間伐方法と丸太収量の関係を見るため、2残1伐を100とした丸太収量の指数を図-2に示す。S-1の指数は2残1伐から順に100, 109, 109, 93で3残1伐と4残1伐が2残1伐よりも高い値を示した。この原因は、2残1伐における材積間伐率が29.8%と本数間伐率33%より低いことに加え、下層間伐においてサイズの大きい幹傾斜の立木が選木されたためである。また、H-1の3残1伐で117と高い値を示した。これは列状間伐の材積間伐率が28.8%と本数間伐率25%より高い値であったためである。これらのことから、一般に列状間伐は本数間伐率と材積間伐率が

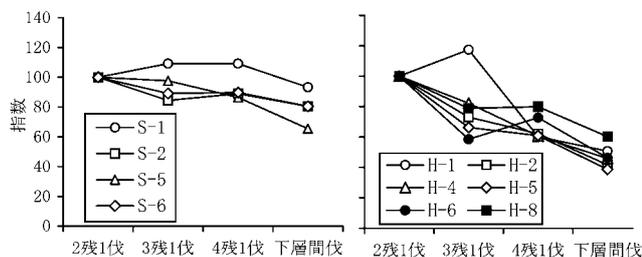


図-2. 2残1伐を100とした丸太収穫量の指数

等しいといわれるが、列により個体の大きさにある程度のばらつきが存在する林分があることがうかがえる。S-1を除いたスギ3林分の指数の平均値は2残1伐から順に100, 90, 88, 75, H-1を除いたヒノキ5林分の指数の平均値は100, 72, 67, 47でスギ、ヒノキ林分ともに大きい順に2残1伐, 3残1伐, 4残1伐, 下層間伐となった。

#### 4. 丸太収穫量に占める不良材の材積割合

丸太収穫量に占める不良材の材積割合を図-3に示す。不良木の本数割合が91%, 61%と高かったH-2, H-5では間伐方法によらず不良材の材積割合が50%以上と高い値を示した。スギ林分は間伐方法と不良材の割合に明らかな傾向がみられない。一方、ヒノキ林分は下層間伐の割合が高い間伐方法ほど丸太収穫量に占める不良材の割合が高くなるという傾向がみられた。

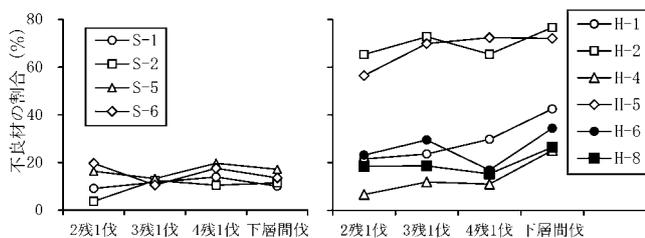


図-3. 丸太収穫量に占める不良材の材積割合

スギ林分とヒノキ林分でこのように異なる傾向を示した原因を探るため、健全木と不良木それぞれの平均胸高直径、およびt検定の結果を表-4に示す。なお、健全木は不良木以外の個体を示す。スギ林分はS-2で不良木が健全木に比べ有意に小さいが、他の3林分では健全木と不良木に有意差が認められなかった。ヒノキ林分はH-1, H-6, H-8で不良木が有意に小さく、他の3林分では健全木と不良木の直径に違いが認められなかった。しかし、H-2, H-5は林分に含まれる不良木の本数割合が高く(表-2), 直径の大小に関わらず広く分布していた。このため、ヒノキ林分においては下層間伐で直径の小さい不良木の選木が容易だったと考えられる。

表-4. 健全木と不良木の平均胸高直径

スギ	健全木 (cm)	不良木 (cm)	ヒノキ	健全木 (cm)	不良木 (cm)	
S-1	21.8	22.1	H-1	21.6	19.2	**
S-2	37.7	31.1	H-2	19.0	21.1	*
S-5	26.8	29.3	H-4	24.9	22.4	
S-6	25.7	26.9	H-5	20.7	20.8	
			H-6	22.8	21.0	*
			H-8	26.2	22.3	**

\* : 危険率5%で有意差あり

\*\* : 同1%

## IV. まとめ

2残1伐の丸太収穫量を100とすると2残1伐, 3残1伐, 4残1伐, 下層間伐の順にスギ林分で100, 90, 88, 75, ヒノキ林分で100, 72, 67, 47であり、スギ、ヒノキ林分ともに列状間伐のみの間伐方法である2残1伐で最大、下層間伐で最小、下層間伐と組み合わせた列状間伐である3残1伐, 4残1伐はその間の値であり、本数間伐率に占める下層間伐の割合が高いほど丸太収穫量は小さくなった。スギ林分に比べヒノキ林分において間伐方法による丸太収穫量の差異が著しかったが、今回対象としたヒノキ林分は不良木のサイズが健全木に比べ小さい林分や不良木の本数割合が高く、直径の大小に関わらず広く分布している林分であった。そのため、下層間伐でサイズの小さい不良木を中心に選木し、結果として下層間伐の丸太収穫量は小さくなり、下層間伐と組み合わせた列状間伐である3残1伐, 4残1伐の丸太収穫量も小さくなったといえる。これらの林分で列状間伐を行えば下層間伐に比べ収益の面でより有利であると考えられる。しかし、保育の面では残存林分に不良木を多く残すことになるということを考慮して間伐方法を選択しなければならない。

## 引用文献

- 細田和男ほか(1999) 日林学術講 110:918-919.  
 福島敏彦ほか(1982) 日林九支研論 35:27-28.  
 家原敏郎(1989) 日林論 100:157-160.  
 長浜三千治(1981) スギ細り表の調製. 福岡県林試研究資料 No. 5, 32pp.  
 豊留勝・竹内郁雄(2008) 九州森林研究 61:26-30.  
 吉田茂二郎・今田俊和(1989) 鹿大農学術報告 39:319-329.  
 (2008年12月6日受付;2009年1月26日受理)