

## 除伐後6年を経過した落葉広葉樹林における除伐の効果\*

横井秀一

Effect of improvement cutting in deciduous broad-leaved forest  
for 6 years after treatment

Shuichi YOKOI

岐阜県清見村の15年生の広葉樹林に設置した試験地における6年間の調査結果から、広葉樹林の除伐効果を検討した。この試験地の除伐は、立て木の成長を阻害するおそれのある林木（伐り木）のみを伐採するという定性的な方法で実施した。除伐は、立て木の胸高直径成長を促進させ、樹高成長には大きく影響しなかった。枝下高の上昇は無施業区で大きかったものの、除伐区でもみられ、除伐が枝の枯れ上がりを強く抑制することはなかった。試験区全体の胸高断面積合計の成長量が試験区間で大きく異なる中で、立て木の胸高断面積合計の成長量は両除伐区で大きく、無施業区では立て木と伐り木の胸高断面積合計の成長量が同じくらいであった。また、優勢木に占める立て木の割合は、除伐区が無施業区より大きかった。これらのことから、この試験地における除伐は生産性の向上に有効であったと考えられた。

キーワード：胸高断面積成長、広葉樹林、除伐、生産性、直径成長

### I はじめに

良質な広葉樹資源が減少する中、国産広葉樹材を将来にわたって安定的に得るためには、木材生産に適した樹種が生育する広葉樹二次林をより生産性の高い林型に誘導することが最も有望な方法である。除伐は、形質の良い目的樹種の比率を高めるための作業である（藤森, 2003）ことから、広葉樹二次林の生産性を高くするのに有効な手法であると考えられる（相場ら, 1984; 横井・小谷, 2002）。

広葉樹二次林やそれに近い林分構造である広葉樹が混生する針葉樹不成績造林地などの針広混交林における除伐効果の報告（橋詰, 1985; 生沢ら, 1985; 大澤ら, 2001; 石田ら, 2002）では、除伐により直径成長が促進されたことやそれに伴い形状比が低くなったことなどが報告されている。しかしながら、目的樹種の比率の増加を加味した生産性の向上に関する検討は不十分である。このことが明示されれば、それは広葉樹林施業の現場において除伐の是非や有効性、必要性を検討する際の基本的な情報になると考える。

そこで、広葉樹二次林の除伐試験地における6年間

の調査結果から、立て木の成長などに対する除伐の影響を明らかにするとともに、主林木に対する立て木の割合の検討を加味することで除伐による広葉樹林の生産性の向上について検討した。

### II 試験地と方法

#### 1. 試験地の設定

試験地は、岐阜県大野郡清見村栗野侯の落葉広葉樹二次林（設定時15年生）に設置した。試験地は東向き平衡斜面の上～中部に位置し、その傾斜は26～37度である。試験地の標高は約1000m、最深積雪深は約1.5mである。

試験区の設定とそれに伴う除伐作業は、1996年6月に行った。まず、除伐A区（210m<sup>2</sup>）、除伐B区（243m<sup>2</sup>）、無施業区（256m<sup>2</sup>）の3試験区を互いに間隔をとって設置し、各試験区内の胸高直径2cm以上の全立木の測定（胸高直径、樹高、枝下高、階層）と選木を行った。階層は、樹冠が林冠層にあるものを「上層」、そうでないものを「下層」とした。選木は、「立て木」と「伐り木」を選定し、残りは「その他」とした。立て

\*本研究の一部は、第114回日本林学会大会において発表した。

木は用材としての収穫対象になり得る立木であり、その選定条件は1) 岐阜県飛騨地域で流通している樹種(佐野, 1992), 2) 幹の形質(通直性や傷など)に大きな問題がない, 3) 健全に生育している上層木, の3点とした。伐り木は, その樹冠が立木木の樹冠と競合するか近い将来に競合する可能性がある位置にある, 立木木の健全な成長を阻害するおそれのある立木である。したがって, 伐り木の多くも上層木である。立木木となる立木が存在しない部分では伐り木も選定されず, その部分は全てがその他となった。このように, 選木は定性的であり, 定量的な考慮はほとんどなされていない。

選木後, 除伐A区と除伐B区では, 伐り木を伐倒または巻き枯らしで処理した。なお, 除伐A区と除伐B区は繰り返しであり, 両者に選木方法や処理方法など

に特別な違いはない。無施業区は, そのまま放置した。

試験地の再測は, 1998年, 2000年, 2002年のいずれも秋に行った。再測では, 設定時の測定木について, 胸高直径, 樹高, 枝下高を測定し, 階層を記録した。2002年の階層の調査では, 上層木を「優勢木」と「介在木」に細区分した。両者の区分は相対的なもので, 優勢木は樹冠が比較的大きく, かつ樹冠の大部分で直達光を受けることができるもの, 介在木は周囲の樹冠による被圧が大きく樹冠の一部でしか直達光を受けることができないものや樹冠が極めて小さいものとした。

## 2. 試験地設定時の林分構造と除伐の概要

表-1は, 1996年における除伐前と除伐後の立木密度である。無施業区を含め, 除伐前の立木密度(胸高直径 $\geq 2$  cm)は12,099~14,219本/haで, そのうち上

表-1 1996年における試験地の立木密度

試験区	除伐前後の立木密度(本/ha)			選木区分別密度(本/ha)	
	全立木	上層木	下層木	立木	伐り木
除伐A区	13,524 → 10,095 <sup>1)</sup> (25%) <sup>2)</sup>	7,857 → 4,524 (42%)	5,667 → 5,571 (2%)	1,571	3,429
除伐B区	12,099 → 9,959 (18%)	4,115 → 2,263 (45%)	7,984 → 7,695 (4%)	1,235	2,140
無施業区	14,219	6,797	7,422	1,289	4,102

1) 除伐前 → 除伐後

2) 本数除伐率

表-2 1996年における試験地の樹種構成

樹種	除伐A区			除伐B区			無施業区		
	立木	伐り木	その他	立木	伐り木	その他	立木	伐り木	その他
クリ	10	5	5	10	14	1	5	4	
ウダイカンバ	7	1	1	7		1	17	8	10
ホオノキ	9	3	17	8	3	13	5	3	22
ミズナラ	2	1		2		1	3	2	2
カスミザクラ	2	4	1			4	1	3	1
ミズメ				1			2	1	1
アオダモ	1	3	6						4
コナラ	2	6	2						
イタヤカエデ				2	3	14			
マルバマンサク		10	4		2	11		15	24
リョウブ		10	41		4	38		7	30
ウワミズザクラ		2	10		16	14		18	3
エゴノキ		5	6		2	15		6	2
ウリハダカエデ		1	2		5	2		1	1
アカシデ		10	17			2		11	9
タムシバ		3	7			6		7	7
コシアブラ		2						3	
コハウチワカエデ		2	5			4		3	24
ヌルデ		1	1			2		4	2
その他		3	54		3	84		9	84

1) 数字は, 各試験区における実数である。

表-3 1996年における試験地の胸高直径と樹高

試験区	平均胸高直径 (cm)			平均樹高 (m)		
	上層木 <sup>1)</sup>	立て木	伐り木	上層木 <sup>1)</sup>	立て木	伐り木
除伐A区	4.6 → 4.7	6.5	4.5	6.2 → 6.3	7.4	6.0
除伐B区	6.6 → 6.8	8.4	6.0	8.4 → 8.4	9.3	8.2
無施業区	4.9	6.8	4.5	6.7	8.5	6.5

1) 除伐前 → 除伐後

層木は4,115~7,857本/haであった。立て木の1,235~1,571本/haに対し、伐り木は2,140~4,102本/haで、伐り木の方が本数が多かった。本数除伐率は除伐A区が25% (上層木42%; 以下同じ)、除伐B区が18% (45%)であった。一方、無施業区における伐り木の比率は29% (59%)であった。

胸高断面積での除伐率は除伐A区が32% (38%)、除伐B区が31% (41%)、無施業区における伐り木の比率は37% (48%)であった。

試験地の樹種構成を表-2に示す。立て木とした樹種は9種で、クリとウダイカンバ、ホオノキが多かった。伐り木としたものは、立て木と同じ樹種をはじめアカシデ、ウワミズザクラ、リョウブ、マルバマンサクなど多くの樹種であった。

表-3は、試験開始時の平均胸高直径と平均樹高である。上層木および立て木、伐り木の平均胸高直径と平均樹高は、除伐B区が他の2試験区より特に大きく、無施業区が除伐A区よりやや大きかった。

### III 結 果

#### 1. 6年間の林分構造の変化

2002年における測定木の密度は8,025~11,758本/haで、6年間の枯死木 (倒伏などにより立木と叫えない状態になったものを含む) は除伐A区が1,143本/ha、除伐B区が1,934本/ha、無施業区が2,461本/haであった。2002年の上層木は2,016~3,242本/haで、6年間に除伐A区で1,905本/ha、除伐B区で247本/ha、無施業区で3,555本/haの上層木が減少した。

2002年における上層木の平均胸高直径と平均樹高は、除伐A区が8.3cm-9.7m、除伐B区が10.0cm-11.6m、無施業区が8.0cm-10.2mであった。

#### 2. 立て木の成長

立て木の枯死は、除伐A区で1本発生しただけであった。

図-1は、立て木の平均胸高直径の推移である。どの試験区においても立て木の平均胸高直径は順調に増

加していた。無施業区の平均胸高直径は、除伐時には除伐A区より少し大きかったが、6年後には除伐A区より小さくなった。

図-2は立て木の胸高直径成長量の頻度分布である。ここで、胸高直径成長量を6年間の成長量として示したが、1996年の測定が生育期間中であったので、この値は実質6年間の成長量より若干大きいかもしれない

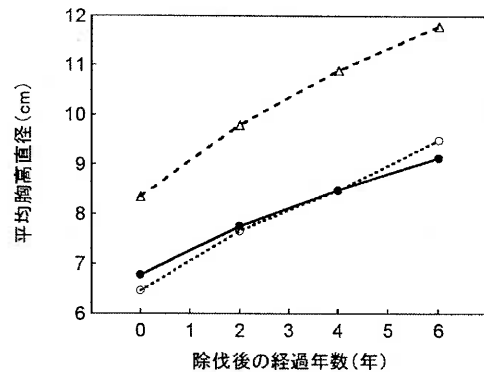


図-1 立て木の平均胸高直径の変化  
白丸と点線は除伐A区、白三角と波線は除伐B区、黒丸と実線は無施業区を示す。

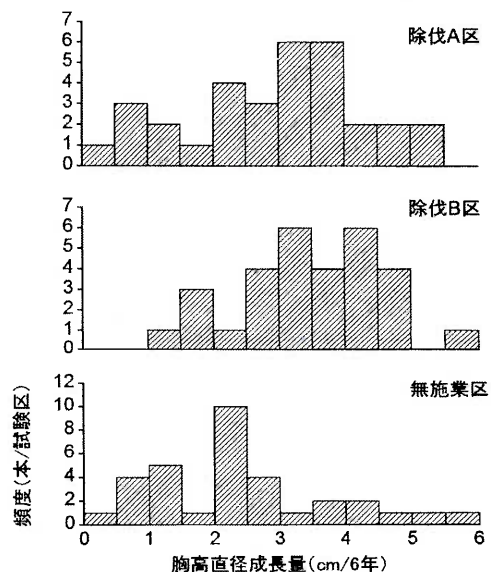


図-2 立て木の胸高直径成長量の頻度分布

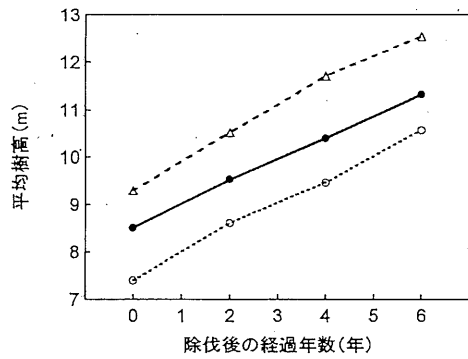


図-3 立て木の平均樹高の変化  
白丸と点線は除伐A区, 白三角と波線は除伐B区, 黒丸と実線は無施業区を示す。

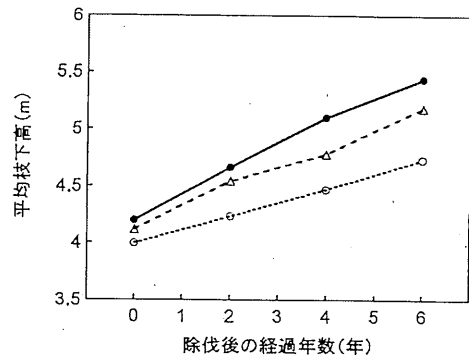


図-5 立て木の平均枝下高の変化  
白丸と点線は除伐A区, 白三角と波線は除伐B区, 黒丸と実線は無施業区を示す。

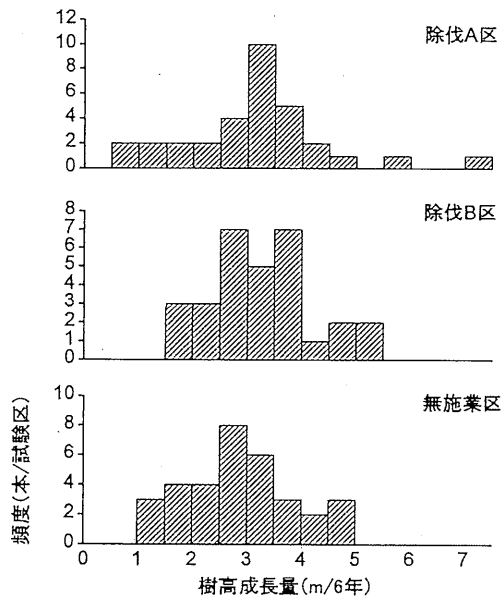


図-4 立て木の樹高成長量の頻度分布

(次に示す樹高も同様)。6年間の胸高直径成長量は、その範囲はどの試験区でも大きく変わらず、ほとんど成長していないものから6 cm近く成長しているものまで様々であった。成長量の大きなものは、無施業区より除伐区で多かった。U検定で1対比較した結果、除伐A区と無施業区 ( $p < 0.05$ ), 除伐B区と無施業区 ( $p < 0.01$ ) には差が認められ、除伐A区と除伐B区とは差がみられなかった ( $p > 0.05$ )。樹種別の胸高直径成長量は、どの試験区でもクリやウダイカンバで大きく、ホオノキで小さい傾向にあった。

図-3は、立て木の平均樹高の推移である。どの区平均樹高も、ほぼ直線的な成長を示した。図-4には、樹高成長量の頻度分布を示した。除伐A区は、除伐B区や無施業区より成長量のバラツキが大きかった。分布の形はどの試験区もおおむね1山型であり、その

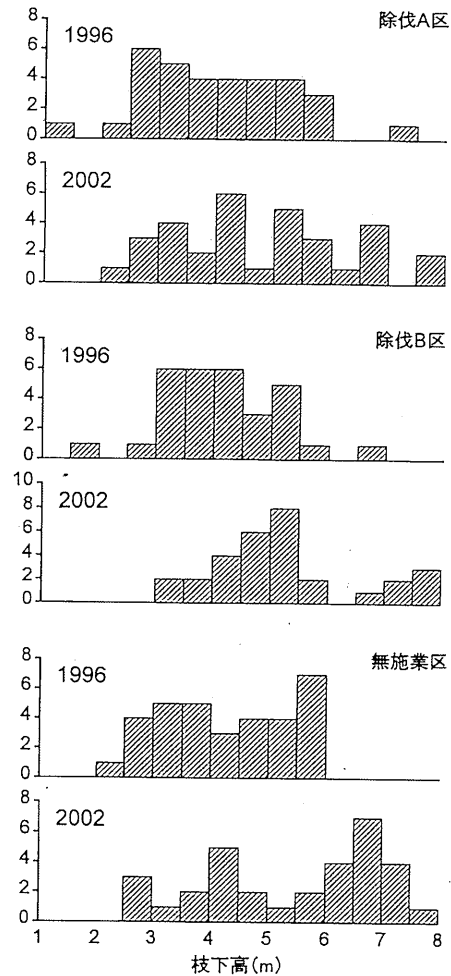


図-6 立て木の枝下高の頻度分布

モードは無施業区より両除伐区の方がわずかに大きかった。U検定では、除伐B区と無施業区の間のみ差が認められた ( $p < 0.05$ )。樹種別の樹高成長量は、除伐A区と除伐B区ではウダイカンバに特に成長量が大きなものがあったが、無施業区のウダイカンバには成長

量が特別に大きなものはなかった。

立て木の平均枝下高の変化を図-5に示す。それぞれの試験区において、平均枝下高はおおむね一定のペースで高くなっていった。平均枝下高の試験区間の差は、広がる傾向にあった。図-6は、1996年と2002年における枝下高の頻度分布である。どの試験区においても、2002年の枝下高の分布は1996年のそれに対して全体的に高い方に移動していた。枝下高が4.5m（長さ2.1mの材が2玉収穫できる枝下高）以上のものの割合は、除伐A区では1996年の36%が2002年には50%と、14ポイント大きくなった。同様に、除伐B区では33%が73%と40ポイントの増加、無施業区では45%から66%へと21ポイントの増加がみられた。

除伐A区における立て木の平均形状比は、1996年の125.1が2002年には118.9と、6年間で少し低くなった。同様に除伐B区の平均形状比は117.8が110.9と小さくなったが、無施業区のそれは134.3が133.2とほとんど変わらなかった。

### 3. 胸高断面積成長

1996年と2002年の胸高断面積合計を図-7に示す。2002年の胸高断面積合計は、無施業区が最も大きかった。全測定木の胸高断面積合計の成長量は9.7~10.3  $m^3/ha$ で、試験区間の差は小さかった。立て木の胸高断面積合計の成長量は除伐A区（6.3  $m^3/ha$ ）と除伐B区（7.1  $m^3/ha$ ）が無施業区（4.3  $m^3/ha$ ）より大きかった。その結果、両除伐区と無施業区との胸高断面積合計の差は、6年間で減少した。また、無施業区では伐り木の胸高断面積合計の成長量が4.0  $m^3/ha$ と、同区を立て木とほぼ同じであった。

### 4. 優勢木中の立て木の割合

図-8には、2002年における優勢木の本数を立て木とそれ以外に分けて示した。全優勢木の本数は1,358~1,905本/haで、除伐B区が少なかった。その内の立て木は977~1,190本/haであり、試験区間で大きな違いはなかった。全優勢木に占める立て木の割合は、除伐A区（63%）と除伐B区（79%）が無施業区（53%）より大きかった。

## IV 考 察

除伐区では、立て木の胸高直径成長が無施業区より大きかった（図-2）。広葉樹林における除伐や間伐などの密度調節が直径成長を促進したという報告（橋詰、1985；生沢ら、1985；塚原ら、1990；渋谷・増地、1991；山口・横井、1992；箕口、1996；和田ら、2003

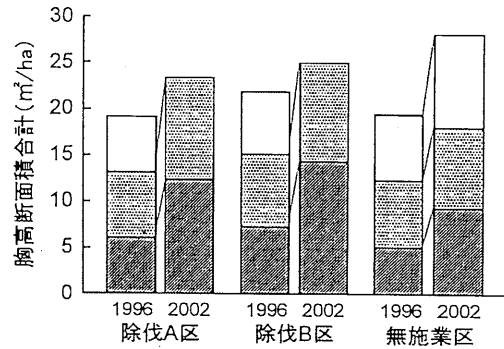


図-7 胸高断面積合計の変化  
斜線は立て木、ドットはその他、白抜きは伐り木を示す。

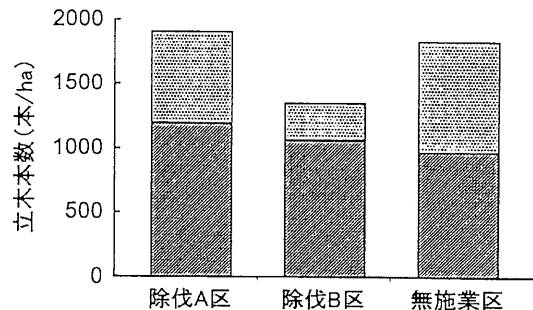


図-8 2002年における優勢木の本数  
斜線は立て木、ドットは立て木以外の林木を示す。

など)は多く、今回の除伐にもこれらと同様に直径成長促進効果があったといえる。

一方で、樹高成長量は除伐B区で大きかったものの、除伐A区と無施業区の差は小さかった。除伐B区はもともと他の2試験区より林木のサイズが大きかったことから、除伐B区の樹高成長が除伐によって促進されたかどうかは不明である。ただ、除伐A区と除伐B区では一部のウダイカンバの樹高成長が特別に大きかったことには、除伐の影響があった可能性がある。

枝下高の変化は無施業区が大きい傾向にあり（図-6）、無施業区が最も強い競争下にあることがうかがえる。その一方で、除伐区でも枝の枯れ上がりは進行していた（図-5, 6）。材の収穫に必要な枝下高を4.5m（2.1m材2玉）から8.2m（4.0m材2玉）とすると、この試験地では枝下高が材を収穫するのに十分な高さに達していない立て木が多い。したがって、立て木にはさらに枝の枯れ上がることが求められる。このことに関して、除伐が枝の枯れ上りを止めるという除伐のマイナス効果は認められなかった。

また、立て木の形状比が除伐区で低くなる傾向があった。除伐による形状比の低下は、橋詰（1985）や石田

ら(2002)も指摘している。これは、石田ら(2002)が指摘するように、除伐が樹高成長よりも直径成長を促進させたことを反映していると考えられる。広葉樹林においても、形状比が高すぎる林分は冠雪害やその他の気象害に対する抵抗性が低いと考えられる。この試験地の立て木の形状比は高めであることから、それが低くなることは除伐の効果の1つであるといえる。

試験区全体の胸高断面積合計の成長量が試験区間で大きく異なる中で、立て木の胸高断面積合計の成長量は両除伐区で大きく、無施業区では立て木と伐り木の胸高断面積合計の成長量が同じくらいであった(図-7)。このことは、森林全体の葉量に占める立て木の葉量が除伐区でより多く、その結果として除伐区における立て木の生産量が多かったことを示唆している。

優勢木に占める立て木の割合は、両除伐区が無施業区より大きかった(図-8)。優勢な林木ほどその後の生存率が高い(Ward and Stephens, 1996)ことから、この試験地の将来の主林木は現在の優勢木の中から生じると考えることができる。したがって、収穫時の主林木に占める立て木の割合も、除伐区の方が大きいと予測される。また、除伐の直径成長促進効果を長期にわたって明らかにした研究がないためにその効果の持続性は不明であるものの、若齢時に成長が促進されたこととそれに伴って形状比の低い樹形になったことはおそらく長期にわたってプラスに作用するであろう。これらのことから、この試験地における除伐は森林の生産性の向上に有効であったと考える。

この試験地は除伐後6年しか経過していない。さらに調査を継続して、今後の立て木の成長過程を林分構造の変化とともに把握し、除伐の長期的な効果について明らかにする必要がある。

#### 謝 辞

この試験地は、岐阜県寒冷地林業試験場(当時)の水谷嘉弘氏とともに設定した。試験地の再測では、岐阜県森林科学研究所(当時を含む)の井川原弘一氏、大洞智宏氏、茂木靖和氏、渡邊仁志氏、大橋章博氏にご協力いただいた。また、本研究の一部は農林水産省から農林水産新技術実用化型研究開発「多様な広葉樹林の育成・管理技術の開発」の補助を受けて実施した。各位に謝意を表す

#### 引用文献

- 相場芳憲・新島俊哉・生原喜久雄(1984)整理伐による有用広葉樹林への転換。(北関東地方における低質広葉樹林の有用広葉樹林への施業転換に関する研究。生原喜久雄代表, 51pp, 昭和58年度文部省科学研究費補助金(一般研究B)研究成果報告書)。43-51.
- 藤森隆郎(2003)新たな森林管理-持続可能な社会に向けて-。428pp, 全国林業改良普及協会, 東京.
- 橋詰隼人(1985)落葉広葉樹二次林の改良施業に関する研究(II)クヌギ二次林の生長に対する整理伐と施肥の効果。鳥大農研報38: 60-67.
- 生沢均・安里練雄・新垣隆・嘉手苅幸男(1985)亜熱帯性天然広葉樹林分の施業改善に関する研究(XI)除・間伐および施肥の8年後の効果について。沖縄県林試研報27: 1-8.
- 石田仁・山田昭仁・藤島文博(2002)針広混交林育成試験-初期の除伐が林木の成長と形状に及ぼした影響-。中森研50: 23-26.
- 箕口秀夫(1996)ブナ二次林の間伐効果(予報)。新潟県林試研報38: 17-21.
- 大澤篤弘・安藤信・中根勇雄・登尾久嗣・川那辺三郎(2001)スギが混交する若齢天然生林の保育技術(I)除伐後16年間の林分構造の推移。森林応用研究10: 51-54.
- 佐野公樹(1992)飛騨地域における木材市場の実態調査(II)高山市内の木材市場における広葉樹素材の取扱いについて。岐阜県寒林試研報12: 59-101.
- 渋谷正人・増地孝幸(1991)ミズナラ二次林における間伐, 枝打ち, および地表処理の効果。北大農演研報48: 101-113.
- 塚原初男・高橋安則・須藤昭二・斎藤定雄(1990)ブナ・ミズナラ混交林の林分構造に及ぼす間伐の長期効果。日林論101: 411-412.
- 和田覚・澤田智志・石田秀雄・小坂淳一(2003)ブナ二次林の間伐効果-秋田県田沢湖試験地の事例-。東北森林科学会誌8: 10-13.
- Ward, J. S. and Stephens, G. R. (1996) Influence of crown class on survival and development of *Betula lenta* in Connecticut, U. S. A.. Can. J. For. Res. 26: 277-288.
- 山口清・横井秀一(1992)間伐後16年を経過した広葉樹二次林の生長経過。日林中支論40: 69-70.
- 横井秀一・小谷二郎(2002)森林生態学が支える広葉樹林施業。森林科学36: 25-30.