

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

橋詰隼人*

昭和60年5月31日受付

Studies on the Improvement of the Secondary
Forest of Broad-leaved Trees (Ⅱ)
The Effect of Improvement Cutting and Manuring
on the Growth of the Secondary Forest of
Kunugi (*Quercus acutissima* CARRUTH.)

Hayato HASHIZUME *

The effects of improvement cutting and manuring on the growth of the secondary forest of Kunugi (red oak) were examined in about 40-years old oak forests in the Hiruzen forest of the Tottori University. The secondary oak forest was selectively cut, and the number of red oak trees was controlled to about 600 trees per ha. The stand of improvement cutting was divided into two plots, and non-manuring and manuring plots were established. Fertilizer was applied 3-5 Kg per tree for 3 years after improvement cutting. After 6 years from establishment, 15 trees were cut and the growth was investigated.

The increments of diameter and volume of middle-aged trees of red oak were remarkably promoted by improvement cutting and manuring. The mean annual increment of DBH and stem volume increased about twofold in the plot of improvement cutting only and about threefold in the plot of improvement cutting plus manuring as compared with untreated controls.

As a result of improvement cutting and manuring, the diameter growth of stem was promoted and stem form ratio (H/D ratio) decreased. The diameter growth was remarkable in the part of the stem to the first main branch. The amount of branch and leaf per tree showed a tendency to increase by improvement cutting and manuring.

緒 言

広葉樹林育成の重要性は前報²⁾で指摘した。現在林業サイドでは、低質二次林の改善が重要な課題になっている

* 鳥取大学農学部林学科造林学研究室

Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Tottori University

本研究は、昭和59年度文部省科学研究費補助金(特定研究No.59127037)による研究である。

る。低質二次林,特に旧薪岸林は利用の道のないまま放置されている場合が多いが,有用樹種も混交しており、林相改良施業や改植によって有用広葉樹林に転換することが可能である。現在シイタケ原木や広葉樹の良質大径材が不足して高値を呼んでいる。低質二次林の付加価値を高めるためにはシイタケ原木林や用材林に転換することが重要で,それらの施業法を研究する必要がある。

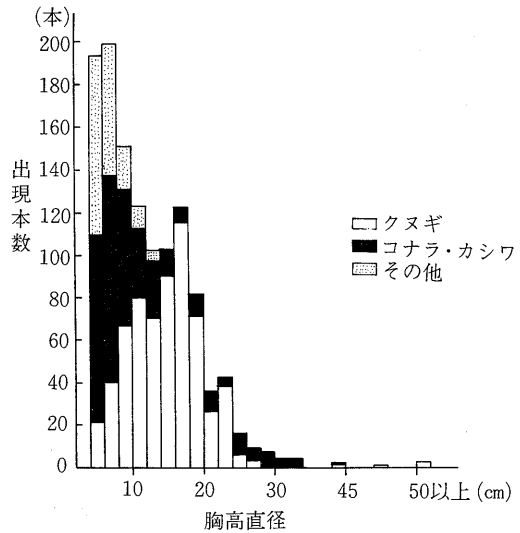
クヌギはシイタケ原木として重要な樹種で,広葉樹の中で最も多く人工造林が行われているが,シイタケ原木以外の用途も開発する必要があると考え,本研究においては大径材生産施業について研究した。ナラ類の中ではミズナラが最も材質良好で,家具,内装材などに広く用いられているが,関西地方ではコナラの大径材もミズナラと同様に高価に取り引きされている。クヌギについては今のところ用材として利用した例はないが,林産関係者の話ではフローリングなどに加工することは可能であるという。広葉樹を用材として利用する場合には,材質の改良が重要である。一般に大径材ほど材質は良好になり,高価に取り引きされている。それ故,用材林施業においては,良質の大径材を早く生産する方法を開発する必要がある。その方法として,除伐,間伐などの保育が必要であるが,施肥によって生長を促進することも考えられる。用材林を目的とした広葉樹林の保育の事例は少ない。また施肥試験もシイタケ原木林についてはかなり行われているが,用材林に対する施肥の事例は少ない。幸い本学蒜山演習林には過去に整理伐と施肥を行ったクヌギの壯齡林があったので,用材林施業の参考になると思い,今回生育状況を調査した。

本研究に際し,当時の造林学研究室専攻生小谷二郎,小林 徹,和田弘次,木村英昭,石田幸也,大石政弘の諸君の援助を得たので,付記して感謝の意を表する。

材料と方法

試験地は鳥取大学蒜山演習林(岡山県真庭郡川上村)第20林班にあり,標高700m,南東斜面,傾斜10~20°,黒色火山灰土B1_b(d)型,面積約1.0haである。

供試林分は昭和初期に伐採されて自然成立した二次林である。整理伐前の林分構成は,クヌギ・コナラ混交林で,クヌギが最も多く(本数割合で53%),次いでコナラ・カシワが多く(32%),リョウブ,ヤマザクラ,アオハダなど約15樹種が混交していた。整理伐前の胸高直径階別本数分布をみると(第1図),クヌギは胸高直径10~20cmのものが最も多く,コナラ,カシワ及びその他の樹種は10cm以下のものが多かった。



第1図 整理伐前の林分における直径階別本数分布

本林分はクヌギの採種林に誘導する目的で,1978年11月に整理伐した。設定時の林齢は約40年,ha当たり立木本数1,200本,幹材積110m³,クヌギのha当たり立木本数646本,平均胸高直径15.2cm,平均樹高10.9mであった。整理伐の方法は,クヌギの形質優良木を種子木としてha当たり300本程度残し,クヌギの小径木及び他樹種を伐採した。伐採率は本数で約75%,材積で約60%で,強度の整理伐であった。

整理伐区は二つに分けて,片方を施肥区,他方を無施肥区とした。施肥は1979年から3年間,粒状森林肥料(N:P:K=13:17:12,%)を1本当たり3~5kg(ha当たり900~1,500kg)施した。

整理伐から6年後の1984年8月に,整理伐区の中でha当たり600本程度成立しているか所を選んで調査区を設け,更に隣接の天然生林(ha当たり立木本数800~1,000本)を対照区とし,各区から平均木を5本ずつ伐倒して,ブナの場合と同様に生長量及び各部分重量を測定した。なお,生長率は測定データについてプレスラー式によって求めた。

結果

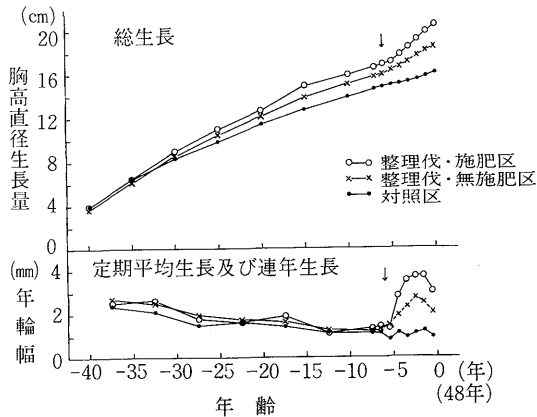
伐倒木の概要を第1表に示す。平均胸高直径は対照区

第1表 クヌギの供試材料

試験区	立木 本数 (本/ha)	供試木 番号	胸高 直径 (cm)	整理伐 時の胸高 直径(cm)	樹高 (m)	生枝 下高 (m)	クローネ 幅 (m)	樹 齢 (年)	幹材積			
									(皮なし) 幹乾重 (kg)	枝乾重 (kg)	葉乾重 (kg)	
対 照	800	1	19.0	14.6	15.5	6.6	4.0	48	0.170	161.89	23.35	4.57
		2	19.0	14.6	15.7	6.2	4.0	45	0.140	141.69	29.54	4.17
		3	18.5	14.4	13.4	6.4	4.0	48	0.114	104.02	24.19	3.16
		4	18.0	13.6	13.5	6.1	4.7	48	0.108	111.13	34.05	5.22
		5	21.0	16.6	14.5	7.5	3.8	48	0.152	139.97	32.98	5.96
		平均	19.1	14.8	14.5	6.6	4.1	47	0.137	131.74	28.82	4.62
整理伐 無施肥	600	1	21.0	16.1	14.6	6.7	5.4	45	0.197	178.30	61.79	10.56
		2	24.2	17.0	16.4	5.0	4.8	55	0.228	217.01	68.00	11.48
		3	21.0	14.2	14.3	4.4	4.4	40	0.159	151.70	46.64	8.46
		4	21.2	16.6	15.7	5.0	4.9	43	0.202	175.09	46.84	10.51
		5	20.5	16.0	16.3	4.1	4.1	55	0.188	160.83	72.77	9.73
		平均	21.6	16.0	15.5	5.0	4.7	48	0.195	176.59	59.21	10.15
整理伐 施肥	600	1	21.5	15.0	15.6	7.8	4.3	45	0.200	183.47	50.50	10.16
		2	23.5	16.6	16.3	5.4	4.4	47	0.242	227.00	42.21	8.79
		3	24.5	19.1	15.5	6.4	4.5	45	0.239	218.09	44.90	7.37
		4	28.0	19.4	16.9	7.0	5.3	47	0.341	312.99	117.28	13.36
		5	21.0	14.4	15.0	6.0	5.8	55	0.176	170.74	44.61	7.26
		平均	23.7	16.9	15.9	6.5	4.9	48	0.240	222.46	59.90	9.39

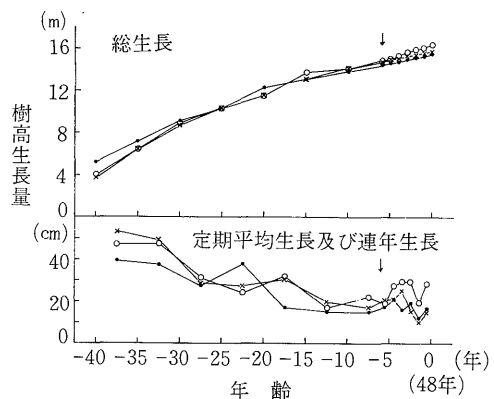
が19.1cm, 整理伐無施肥区が21.6cm, 整理伐施肥区が23.7cmであった。平均樹高は対照区が14.5m, 整理伐区が15.5~15.9mで, 比較的揃っていた。生枝下高は対照区が平均6.6m, 整理伐区が5.0~6.5mで, 枝下高は高かった。樹齢は40~55年, 平均48年で一斉林に近い天然生林であった。

伐倒木の胸高直径, 樹高及び材積生長の経過を第2~

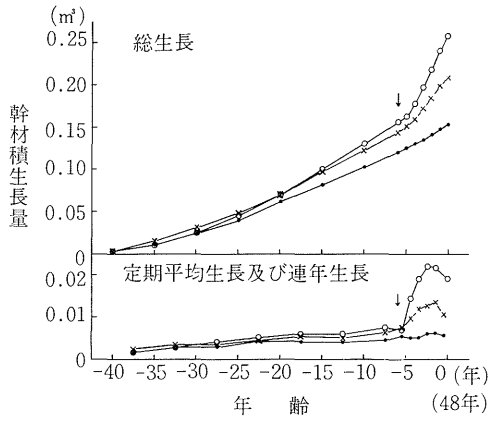


第2図 直径生長の経過

矢印は整理伐の時期を示す。



第3図 樹高生長の経過



第4図 材積生長の経過

4 図に、整理伐後の年平均生長量を第2表に示す。直径生長についてみると、蒜山演習林のクヌギは20年生ぐらいから生長が衰え、30年を過ぎると年輪幅が著しく狭くなり、1mm前後になった(第2図、写真1)。しかし、整理伐区では整理伐後2年目から肥大生長が増加し、4～5年目に最大になった。6年目は生長期の除中に伐採

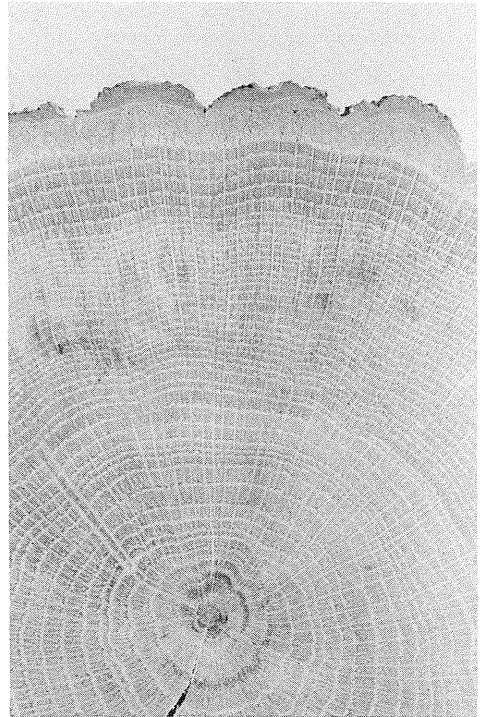


写真1 クヌギの整理伐林分(左)及び整理伐と施肥による生長の促進(右)
整理伐の翌々年から(外側5年輪)年輪幅が著しく増加している。

第2表 整理伐後の年平均生長量

試 験 区	胸 高 直 径		樹 高		幹 材 積	
	生長量 (mm)	指数	生長量 (cm)	指数	生長量 (m ³)	指数
対 照	2.0 (2.1)	100 (100)	15.4 (15.1)	100 (100)	0.0048 (0.0048)	100 (100)
整理伐・無施肥	4.3 (4.6)	215 (219)	19.2 (18.6)	125 (123)	0.0104 (0.0110)	217 (229)
整理伐・施肥	5.9 (6.6)	295 (314)	22.8 (23.7)	148 (157)	0.0152 (0.0168)	317 (350)

備考：() 内は整理伐後2年目から5年間の年平均生長量を示す。

したので、前年よりも生長量が減少している。直径生長は対照区<整理伐無施肥区<整理伐施肥区の順に良く、対照区の年輪幅は1mm前後であったが、整理伐無施肥区では2mm以上に、整理伐施肥区では3mm以上、最大3.5mmに達し、著しい肥大生長の促進がみられた。樹高生長は、整理伐無施肥区ではほとんど増加しなかったが、整理伐施肥区で少し増加した。整理伐後の樹高の連年生長量は対照区が平均15.4cm、整理伐無施肥区が平均19.2cm、

整理伐施肥区が平均22.8cmであった。幹材積生長は直径生長と同様に整理伐後2年目から増加した。整理伐後の単木の年平均生長量は、対照区では0.005m³程度であったが、整理伐無施肥区では平均0.01m³に、整理伐施肥区では平均0.015m³、最大0.02m³に増加し、対照区に比べて3倍以上増加した。

整理伐前の値を100とした場合の連年生長量の変動を第3表に示す。胸高直径生長量は、対照区では年変動が

第3表 整理伐後の連年生長量の変動

(相対値)

項 目	試 験 区	整 理 伐 後 の 年 度							
		整理伐前	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	平均
胸 高 直 径	対 照	100	71	100	90	105	114	90	95
	整理伐・無施肥	100	108	146	181	208	192	150	164
	整理伐・施肥	100	96	204	263	256	270	222	219
樹 高	対 照	100	102	109	75	101	71	87	91
	整理伐・無施肥	100	101	102	106	75	58	81	87
	整理伐・施肥	100	102	133	138	136	103	149	127
幹 材 積	対 照	100	106	89	94	110	111	94	101
	整理伐・無施肥	100	129	158	194	213	217	172	181
	整理伐・施肥	100	116	201	263	290	304	256	238

第4表 整理伐後の連年生長率の変動

項 目	試 験 区	連 年 生 長 率 (%)						
		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	平均
胸 高 直 径	対 照	1.0	1.4	1.2	1.4	1.5	1.2	1.3
	整理伐・無施肥	1.7	2.3	2.8	3.1	2.8	2.1	2.5
	整理伐・施肥	1.5	3.2	3.9	3.7	3.8	3.0	3.2
樹 高	対 照	1.2	1.3	0.9	1.2	0.8	1.0	1.1
	整理伐・無施肥	1.5	1.5	1.6	1.1	0.8	1.2	1.3
	整理伐・施肥	1.2	1.6	1.6	1.6	1.2	1.7	1.5
幹 材 積	対 照	4.6	3.7	3.8	4.2	4.1	3.4	4.0
	整理伐・無施肥	5.5	6.3	7.2	7.4	7.0	5.2	6.4
	整理伐・施肥	4.9	8.0	9.6	9.6	9.1	7.1	8.1

小さく、整理伐区では2年目から増加し、処理前に比べて整理伐無施肥区では平均1.6倍、整理伐施肥区では平

均2.2倍増加した。樹高生長量は、対照区と整理伐無施肥区では整理伐後増加せず、整理伐施肥区で平均1.3倍

増加した。幹材積生長量は、整理伐無施肥区で平均 1.8 倍、整理伐施肥区で平均 2.4 倍、整理伐前に比べて増加した。

次に整理伐後の生長率の変動について調べた (第 4 ~ 5 表)。連年成長率についてみると、胸高直径、樹高及び幹材積生長率はいずれも整理伐後 2 年目から増加した。

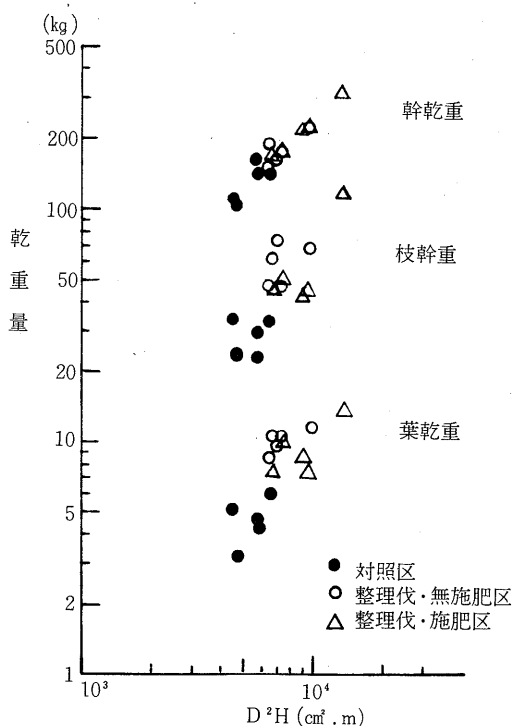
第 5 表 整理伐後の定期生長率の変動

項 目	試 験 区	整 理 伐 後 の 期 間						
		1 年間	2 年間	3 年間	4 年間	5 年間	6 年間	平 均
胸 高 直 径	対 照	1.0%	1.2%	1.2%	1.3%	1.3%	1.3%	1.2%
	整理伐・無施肥	1.7	2.0	2.3	2.5	2.5	2.5	2.3
	整理伐・施肥	1.5	2.3	2.9	3.1	3.2	3.2	2.7
樹 高	対 照	1.2	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.2
	整理伐・無施肥	1.5	1.5	1.5	1.4	1.3	1.3	1.4
	整理伐・施肥	1.2	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
幹 材 積	対 照	4.6	4.2	4.0	4.1	4.1	4.0	4.1
	整理伐・無施肥	5.5	5.9	6.3	6.5	6.6	6.3	6.2
	整理伐・施肥	4.9	6.4	7.5	7.9	8.1	7.9	7.1

胸高直径生長率は対照区の平均 1.3% に対し、整理伐無施肥区は 2.5%、整理伐施肥区は 3.2% で、整理伐と施肥によって約 2.5 倍増加した。樹高生長率は対照区の平均 1.1% に対し、整理伐施肥区は 1.5% で、大きな差はなかった。幹材積生長率は対照区の平均 4.0% に対し、整理伐無施肥区は 6.4%、整理伐施肥区は 8.1% で、整理伐と施肥によって対照区の約 2 倍増加した。定期生長率についてもほぼ同じような結果がえられ、胸高直径と幹材積生長率は整理伐と施肥によって著しく増加した。整理伐後 6 年間の生長率についてみると、整理伐施肥区の胸高直径生長率は対照区の 2.5 倍に、幹材積生長率は対照区の約 2 倍に増加した。

次に樹木の相対生長関係について調べた。樹木の大きさ (D^2H) と地上部の各部分重量との関係についてみると (第 5 図)、整理伐区では対照区に比べて、幹、枝及び葉の乾重量が増加した。これは整理伐によって生長が促進されたためである。地上部の各部分の重量割合についてみると (第 6 表)、対照区に比べて整理伐区では枝重と葉重の割合が増加する傾向がみられた。これは日当たりが良くなり、枝葉の発達が進められたためであると思われる。

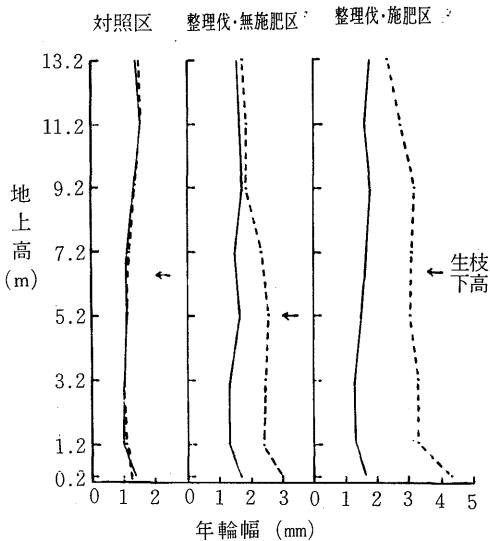
幹の形状比 (H/D 値) は、対照区が平均 76、整理伐無施肥区が平均 72、整理伐施肥区が平均 67 で、整理伐と施肥によって幹の肥大生長が相対的に促進されて、形状比が小さくなった。肥大生長の垂直的配分についてみると (第 6 図)、対照区及び整理伐前の樹木では樹冠中央



第 5 図 D^2H と地上部の各部分重量の相対生長関係

第6表 地上部の各部分重量の割合

試験区	供試木 番号	乾重量の割合(%)		
		幹	枝	葉
対 照	1	85.3	12.3	2.4
	2	80.8	16.8	2.4
	3	79.2	18.4	2.4
	4	73.9	22.6	3.5
	5	78.2	18.4	3.3
	平均	79.5	17.7	2.8
整理伐	1	71.1	24.6	4.2
	2	73.2	22.9	3.9
	3	73.4	22.6	4.1
	4	75.3	20.1	4.5
	平均	71.8	24.0	4.1
無施肥	1	75.1	20.7	4.2
	2	81.5	15.2	3.2
	3	80.6	16.6	2.7
	4	70.6	26.4	3.0
	平均	76.9	19.8	3.3



第6図 整理伐及び施肥による肥大生長の垂直配分の変動

—— 整理伐前3年間の平均年輪幅
 - - - - 整理伐後4年間の平均年輪幅

部の年輪幅が最も広く、下方に向って年輪幅が狭くなった。しかし、整理伐区及び施肥区の樹木は枝下部分の肥大生長が著しく促進され、樹冠下部から地際部にかけてほぼ直線的に年輪幅が増加した。胸高部位における年輪幅は対照区では1mm前後であったが、整理伐無施肥区では2.4mmに、整理伐施肥区では3.4mmに増加した。

以上のように壮齡のクヌギ二次林を整理伐して受光量を増すと、直径生長及び材積生長が顕著に促進された。整理伐及び施肥は生長衰退期の壮齡木に対しても生長促進効果があり、特に施肥は肥大生長を顕著に促進した。クヌギは環孔材で、年輪幅の増加は主に木繊維の増加によるものであった。整理伐及び施肥によって道管の大きさ、分布密度、木繊維の大きさ、形状などには変化がみられなかったが、材質については今後詳細な研究が必要である。

考 察

低質広葉樹林の有用広葉樹林への転換施業及び広葉樹二次林の生長に対する整理伐、間伐などの効果については前報²⁾で論議したので省略する。ここでは施肥の効果について検討してみる。

広葉樹林に対する施肥の事例は比較的少ない。特に壮齡林に対する事例はあまりみられない。我が国では、昭和30年代にシラカンバ、ウダイカンバ、ドロノキ、ハンノキなどに対し、植栽時に3要素配合固形肥料の施用試験が行われ、肥効が顕著に現れたという報告がある。⁴⁾またコバハンノキの8年生の林に施肥して、顕著な肥効を認めた。⁴⁾林試北海道支場の試験によると、ミズナラ、ウダイカンバ、ヤチダモ、センノキなどの施肥区の生長は非常に大きかったという。⁴⁾宮森は⁷⁾シラカンバとウダイカンバに対し、植栽当年より3年間と12年目より3年間施肥を行い、生長が著しく促進されたことを報告している。Leaら⁶⁾は70年生の間伐されたブナ、カンバ、カエデ林にNPKを種々の量施用した結果、Nを275kg/ha施用した区で直径生長が最も促進されたという。これまでの施肥試験をみると、施肥によって広葉樹の生長が促進されたという報告が圧倒的に多い。

クヌギはシイタケ原木として重要な樹種で、肥培試験が多く行われている。^{1, 5, 8, 9-12)}原木を早く収穫するためには肥培が有効である。シイタケ原木は普通伐期20年で収穫するが、肥培により10~15年で伐採可能になる。^{1, 5)}クヌギは養分要求度の高い樹種で、B_D(d)、B_D、B_E型など肥沃な土壌が適地とされており、地味の不良な土地は生育が著しく悪い。クヌギの原木林に対する施肥試験を

みると、施肥効果は立地条件によって異なり、肥効の大きいところとして、礫の多い斜面上部、土壤条件の悪い所、地位中、下の林分などがあげられている。⁸⁾またクヌギの生長に対する施肥の効果は、樹高生長、直径生長ともに肥効がみられた例、樹高よりも直径生長が促進された例、材積生長が著しく増加した例などがある。⁸⁾施肥の効果は立地条件、供試材料、施肥の方法などによって異なるようである。塘によると、¹²⁾施肥区の幹材積生長増加量は無施肥区の1.5~1.8倍程度であらうとしている。

クヌギの40年生以上の壮齡林に対する施肥の事例はない。本研究によると、40年生の壯齡木に対しても施肥は著しい効果があり、整理伐と施肥によって材積生長量は対照区の3倍以上促進された。筆者はブナの老齡採種林に施肥して結実を促進しているが、100年生前後の壯齡木でも施肥によって直径生長が促進されることを認めた。³⁾シイタケ原木林に対する施肥試験によると、施肥の効果は幼齡林に大きく現れ、壯齡林に比較的小さいとされている。³⁾しかし、本研究によると生長衰退期の壯齡木に対しても、施肥は著しい効果があることが認められた。

広葉樹の用材生産施業においては、良質の大径材を早く生産することが目標になる。そのためには、間伐や施肥によって生長を促すと同時に、材質の改良が重要になる。間伐や施肥が材質におよぼす影響は広葉樹では研究されていないので、今後の課題であると考えている。

総 括

鳥取大学蒜山演習林内(標高700m)の約40年生クヌギ、コナラ混交林をクヌギを残して整理伐し、対照区、整理伐無施肥区、整理伐施肥区の3区を設けて生長におよぼす影響を調べた。整理伐区はha当たり立木本数約600本である。施肥は整理伐後3年間、1本当たり3~5kg施した。整理伐から6年後に供試木を伐倒して、整理伐の効果調べた。本研究の結果は次のごとくである。

1) クヌギ壯齡木の直径生長及び材積生長は整理伐単独及び整理伐と施肥の併用施業によって著しく促進された。しかし、樹高生長はあまり促進されなかった。
2) 整理伐後の年平均胸高直径生長量及び年平均幹材積生長量は、対照区に比べて整理伐無施肥区で約2倍、整理伐施肥区で約3倍増加した。整理伐後の胸高直径生長

率は、対照区に比べて整理伐無施肥区で約2倍、整理伐施肥区で約2.5倍増加した。また幹材積生長率は整理伐無施肥区で約1.5倍、整理伐施肥区で約2倍対照区よりも増加した。

3) 整理伐及び施肥によって幹の肥大生長が促進され、幹の形状比(H/D)が小さくなった。特に処理木は枝下部分の肥大生長が促進され、年輪幅が著しく広がった。また、整理伐及び施肥によって個体当たりの枝、葉の量が増加する傾向がみられた。

文 献

- 1) 藤田桂二：施肥効果の大きいくぬぎ造林。現代林業，159，27~32 (1979)
- 2) 橋詰隼人・小谷二郎：広葉樹二次林の改良施業に関する研究 (I) ブナ二次林の生長に対する整理伐の効果。鳥大農研報 38，51~59 (1985)
- 3) 橋詰隼人：未発表資料
- 4) 原田 洸：広葉樹肥培に関する今までの事例と当面の研究問題。森林と肥培，109，1~4 (1981)
- 5) 東中 修：クヌギ林の育林体系。森林と肥培，120，1~5 (1984)
- 6) Lea, R., Tierson, W.C. and Leaf, A.L. : Growth responses of northern hardwoods to fertilization. *For. Sci.*, 25, 597~604 (1979)
- 7) 宮森吉次：広葉樹の肥培と土壤成分について (I)。日林北海道支部講集，25，61~63 (1976)
- 8) 野上寛五郎：クヌギ林の肥培。森林と肥培，109，5~9 (1981)
- 9) 竹村義治：クヌギ林の施業改善試験—クヌギ林成木施肥試験。愛媛県林試報，3，7~26 (1977)
- 10) 田中勝美：クヌギ林の造成と肥培。森林と肥培，118，1~5 (1983)
- 11) 田中勝美：クヌギの造林に関する研究 (II) 人工林の施業技術改善。宮崎県林試報，2，1~108 (1983)
- 12) 塘 隆男：広葉樹の肥培—とくにシイタケ原木林の肥培について。林業技術，401，18~21 (1975)
- 13) 芝本武夫・塘 隆男：林業技術者のための肥料ハンドブック。創文，東京 (1979) p. 283