

〈論文〉

二次林の再生過程に関する研究 (II) 鳥取大学蒜山演習林の落葉広葉樹二次林の林分構成と樹齡構成について

橋詰隼人*

Studies on the Regeneration Process of Secondary Stands (II)
On the Stand Structure and Tree Age Structure of Deciduous Broad-leaved Forests
in the Hiruzen Experimental Forest of Tottori University

Hayato HASHIZUME*

Summary

The stand structure and age structure of secondary stands were investigated in six stands of deciduous broad-leaved trees of the Hiruzen experimental forest, and the regeneration process of secondary stands is discussed. The results obtained in this study are as follows:

1. Three kinds of *Quercus serrata* stand, *Q. serrata* and *Q. acutissima* mixed stand and *Q. crispula* and *Q. serrata* mixed stand were found in the stands investigated. There were two types of a mountain shape and two mountain shapes in the distribution of D. B. H. and tree height in these stands.

2. Although all these secondary stands were uneven-aged forests, the age structure differed according to stands and tree species. In regard to the age distribution of *Q. serrata*, there were stands both of a mountain-shaped distribution and of two mountain-shaped distribution.

3. In these secondary stands, the tree of multiple trunks growing from sprouts were few in number, and their age structure was uneven. From these facts, it was concluded that the greater part of the trees of this secondary stand grew from seedlings.

4. It can be supposed that the differences of stand structure and age structure in secondary stands may be brought about by selective cutting and by differences in the regenerative characteristics of tree species.

* 鳥取大学農学部農林総合科学科森林生産学講座: *Department of Forestry Science, Faculty of Agriculture, Tottori University*

I 結 言

鳥取大学蒜山演習林は、戦前は軍用地であったが戦後昭和29年に文部省に移管され、演習林として利用されるようになった。蒜山演習林の総面積は573haであるが、そのうち人工林は約200haで、残りは天然生の落葉広葉樹林である。原生林はなく、全部二次林である。二次林は一部にミズナラ林、ブナ林があるが、大部分はコナラ林である。

現在の蒜山演習林の用地は、明治32年に軍馬放牧地として旧陸軍に接収されたが、その後所有者が民間人になり、第二次大戦中は再び軍用地になった。終戦後は一時期大蔵省財務部の管理下に置かれたが、昭和29年に文部省に移管された。軍用地時代の用地利用の仕方は定かでないが、放牧地として利用していた時期には多分山焼きが行われたのではないと思われる（古い木に焼け跡がある）。所有者が民間人になった時期には、大正後期から昭和初期にかけて大径木の択伐と製炭が行われたようである。またこの地方には古くから地元民の入会権が残っており、演習林の管理になるまでは地元民が自由に入林して薪・炭を採取していた。このようなことで現在の演習林の天然生林は一部の地区を除き老木は少なく、大部分が100年生以下の壮齢林である。また森林の伐採方法が粗雑で、利用価値の高い形質優良木や利用に適した径級木が択伐された傾向があり、形質不良木や用途のない樹種が伐り残された林もみられる。二次林は人為の干渉の仕方によって成立状態が大きく左右される。里山の広葉樹二次林は昭和30年代までは主として薪炭林として利用され、萌芽再生林が多い。蒜山演習林の落葉広葉樹二次林はコナラの純林に近い林が多いが、株立ち木は少なく単幹木が非常に多い。里山のコナラ二次林とかなり異なる構成をしている。このような森林がどのようにして成立したか大変興味があり、伐採地で林分構成、樹齢構成などを調査し二次林の再生様式について考察したので報告する。

II 調査林分と調査方法

1. 調査林分

調査林分の概況は表1に示した。第12林班から第26林班まで6林分で調査した。これらは標高650mから770mの間に成立するコナラ林、コナラ・クヌギ林及びコナラ・クヌギ・ミズナラ・クリ等の混交林である。ha当たり立木本数は1,500~1,900本(高木650~1,200本)、平均胸高直径は10.3~18.9cmである。

2. 調査方法

伐採予定地で0.05~0.2ha程度のプロットをとり、高木と亜高木について胸高直径と樹高を測定し、根株に番号を打った。立木伐採後切株から円板を採取した。円板の採取位置は伐採位置で地上15~30cmが多いが、かなりまちまちで一定でない。株立ち木については親株でなく、分幹木から最大の円板を採取した。研究室に持ち帰った円板はノミで削って表面を滑らかにし、実体顕微鏡で年輪数を数えた。

表1 調査林分の概況

調査林分 No	林班	標高 (m)	森林 種類	伐採 年度	ha当たり立木本数		胸高直径		樹高		樹齢		本数混交率 (%)				複幹木の割合 (%)																	
					全	体	平	均	平	均	平	均	コ	ナ	ミ	ズ	ミ	ズ	ナ	ラ	コ	ナ	ク	ヌ	ギ	ミ	ズ	ナ	ラ	コ	ナ	ク	ヌ	ギ
1	22	750	コナラ林	1981	1,700	1,000	12.7	2~25	9.5	3~15	47.2	14~63	84	—	—	16	0	—	—	10	10													
2	18	700	クヌギ・コナラ林	1981	1,700	650	10.3	2~28	9.3	3~20	28.7	18~52	41	29	—	30	23	5	—	8	36													
3	21	690	コナラ林	1983	1,900	1,200	14.2	4~32	11.0	5~14	39.8	16~58	60	—	—	40	2	—	—	10	12													
4	19	720	〃	1990	1,500	1,050	18.9	7~43	12.8	7~16	49.4	25~68	90	—	—	10	4	—	—	4	8													
5	26	770	〃	1990	1,800	1,100	16.3	8~25	13.9	7~18	58.8	36~66	94	—	—	6	6	—	—	4	10													
6	12	650	混交林	1989	1,500	1,100	18.6	6~36	14.5	4~17	35.7	15~72	30	9	42	19	0	2	2	6	10													

III 結果と考察

1. 林分構成

各調査林分の胸高直径の分布を図1~3に示した。

林分No.1 (第22林班) は、コナラの本数混交率84%、その他が16%でコナラの純林といえる。その他はアオハダ、ウワミズザクラ、ネジキ、リョウブなどでほとんど亜高木である。胸高直径は2~25cm、平均12.7cmで、中位のものが最も多く正規分布に近い分布を示した。樹高分布も中位のものが最も多い正規分布である (図4)。

林分No.2 (第18林班) は、コナラが41%、クヌギが29%、その他が30%で、コナラ・クヌギ混交林といえる。クヌギは胸高直径が5~28cmの間に広く分布しているが、コナラは2~22cmの間に分布し、5~8cmのものが最も多い (図1)。樹高の分布はクヌギの大径木が上層を占め、コナラの大部分とカシワ、クリ、ナナカマド、ヤマボウシ、ウワミズザクラなどが下層木を占めた複層林の構造を示している (図4、図7)。

林分No.3 (第21林班) は、コナラが60%、その他が40%で、その他の樹種の割合が比較的多い。しかし、その他の樹種はホオノキ、クリ、サクラ類を除き下層木でコナラの純林といえる。コナラ以外の樹種はホオノキ、リョウブ、アオハダが多い。コナラは胸高直径5~32cm、その他の樹種は4~26cmで、両者ともバラツキが大きい。林分としては2山型の分布である (図1)。

林分No.4 (第19林班) は、コナラの本数混交率が90%、その他が10%で、コナラの純林である。その他の樹種はノグルミが高木層を占め、リョウブ、ヤマボウシは亜高木である。胸高直径は平均18.9cmであるが、7~34cmの間に広く分布している。

林分No.5 (第26林班) は、コナラが94%、その他が6%でコナラの純林である。その他の樹種はホオノキ、コシアブラ、リョウブである。林分の平均胸高直径は16.3cmで、8~25cmの間に山型に分布している。

林分No.6 (第12林班) は、ミズナラ42%、コナラ30%、クヌギ9%、その他19%の混交率で、コナラ・ミズナラ混交林といえる。平均胸高直径は18.6cmで、林分全体としては山型の分布を示している。しかし、樹種によって分布状態が多少異なる。クヌギは林分の平均直径よりも大きいものが多く、クリは逆に平均直径よりも小さいものが多い。樹高の分布はミズナラ、コナラは7~17mの間

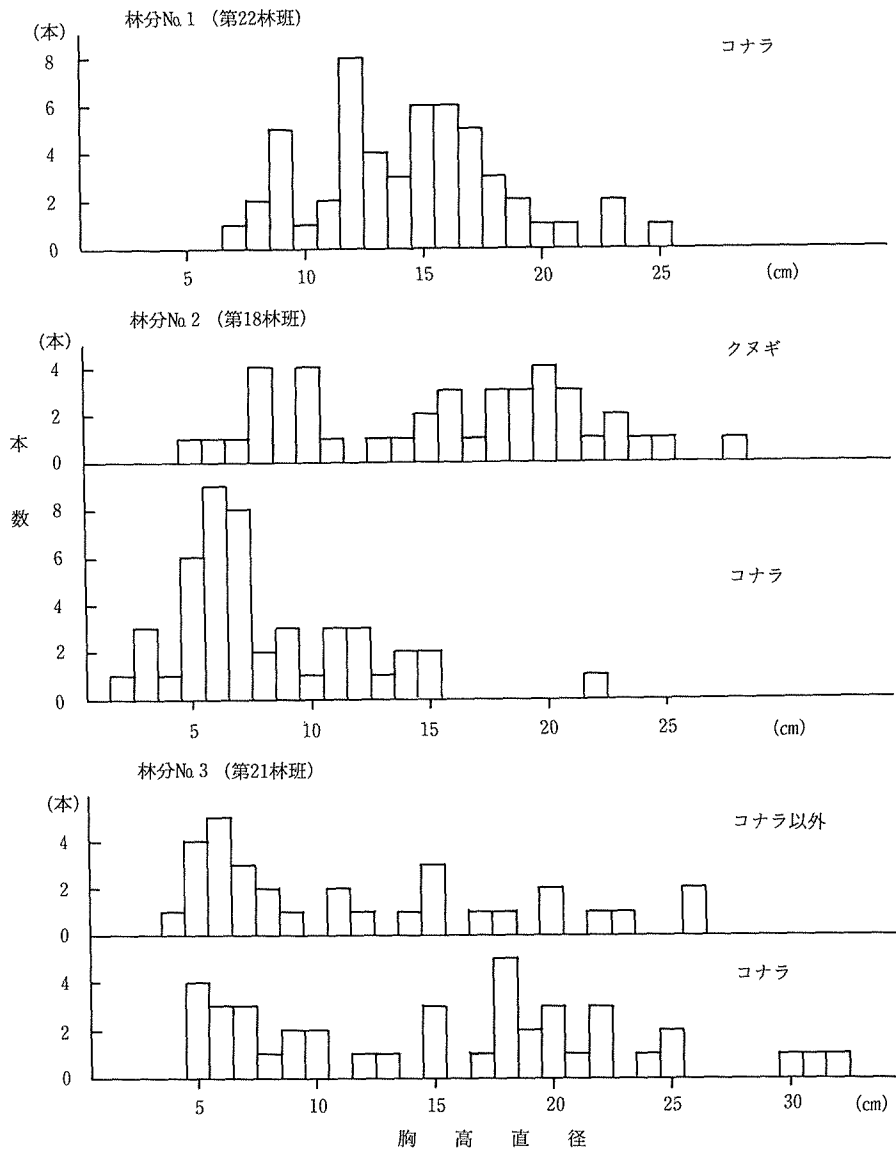


図1 コナラ林及びコナラ・クヌギ林における胸高直径の分布 (林分No. 1, No. 2, No. 3)

に山型に分布するが、12~14mのものが最も多い。クヌギは林分の平均樹高よりもやや高く、15mのものが最も多い。クリは11~12mが最も多く、前3者に比べてやや樹高は低い。その他では、ミズキ、コシアブラ、イタヤカエデ、ウワミズザクラなどが高木層を占め、亜高木層にはヤマモミジ、アオハダ、イソノキ、マメザクラ、カシワなどが存在している (図5)。

以上のように胸高直径及び樹高の分布は林分によって差があり、1山型に分布する林分と2山型に幅広く分布する林分とがあった。

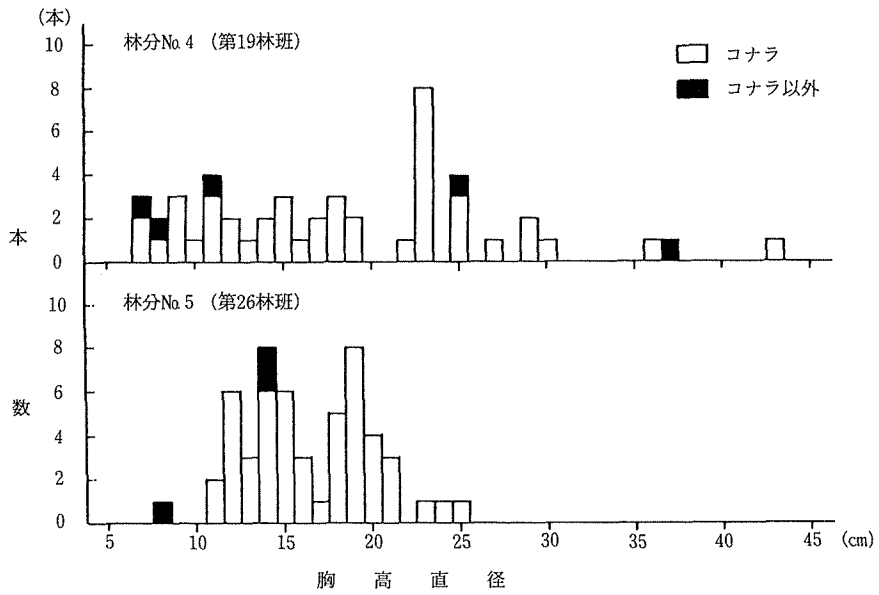


図2 コナラ林における胸高直径の分布 (林分No. 4, No. 5)

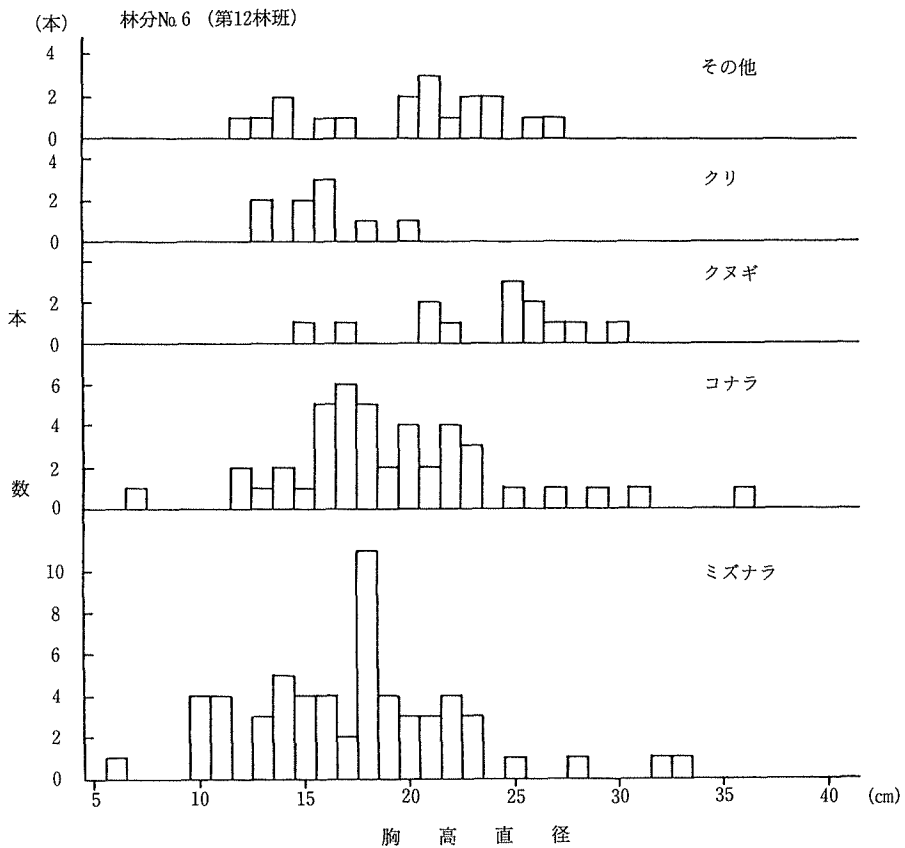


図3 混交林における胸高直径の分布 (林分No. 6)

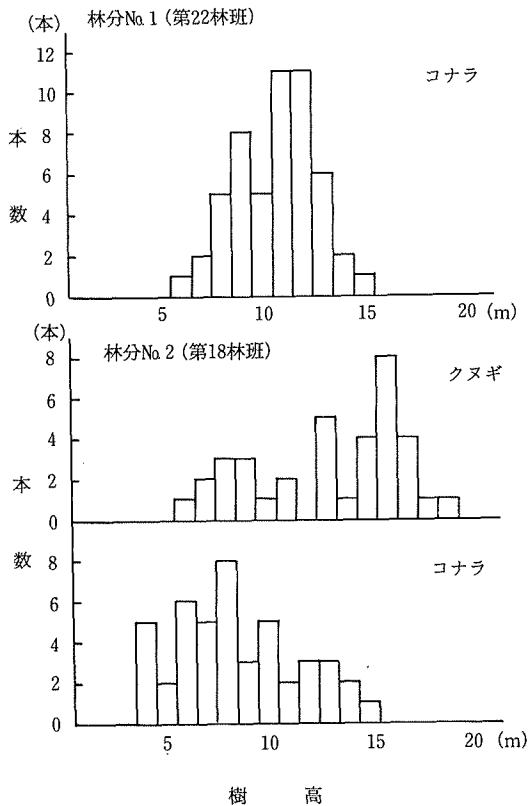


図4 コナラ林及びクヌギ・コナラ林における樹高の分布 (林分No.1, No.2)

2. 樹齡構成

調査結果を図6~11に示した。

林分No.1 (第22林班) についてみると、林分の平均樹齡は47年であるが、コナラの年齢分布は32年生から63年生までバラツキが大きく異齡林である。しかし、50~55年生の立木が最も多く、その時期に一度伐採されて再生した林であると思われる。コナラ以外のアオハダ、ウワミズザクラ、ネジキ、リョウブなどは年齢が若く、後から侵入した樹種である。

林分No.2 (第18林班) についてみると (図7)、平均樹齡は29年であるが、クヌギは28~51年生で36~42年生のものが最も多く、上層木を構成している。コナラは18~30年生でクヌギよりも若く、やや集中的な齡構成をしている。カシワ、クリ、ナナカマド、ヤマボウシ、ウワミズザクラなどは、下層木で樹齡も若く後から侵入したものである。

林分No.3 (第21林班) では (図8)、平均樹齡は40年であるが、コナラの年齢分布は35年生前後と56年生前後を中心に二つの山型分布がみられる。すなわち、この林分は2回の伐採によって再生した林のようである。クリ、カシワは55年生前後でコナラの壮齡木と同じ年齢であるが、その他の樹

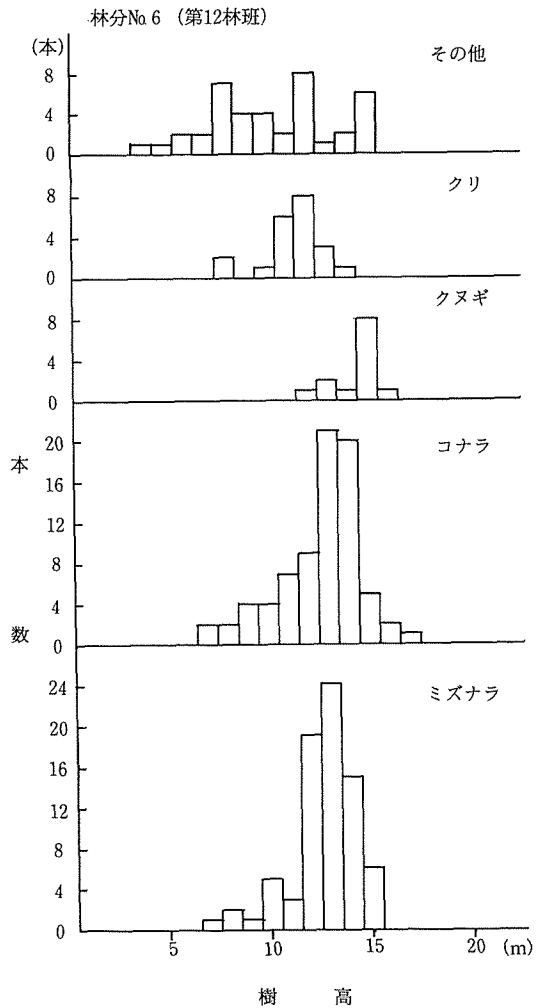


図5 混交林における主要樹種の樹高分布 (林分No.6)

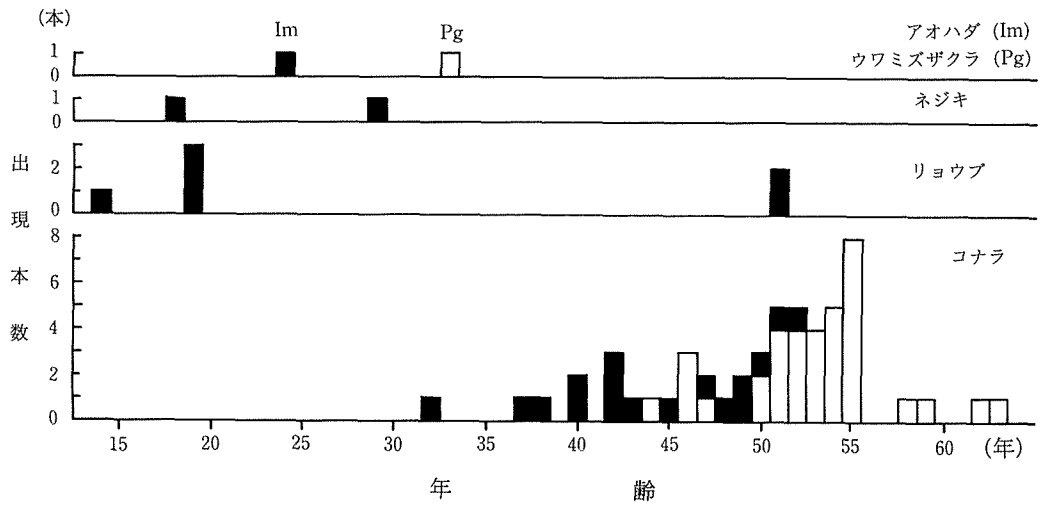


図6 コナラ林の樹齢構成 (林分No.1, 第22林班, 1981年伐採)
 □ 高木 ■ 垂高木 (以下図10まで同じ)

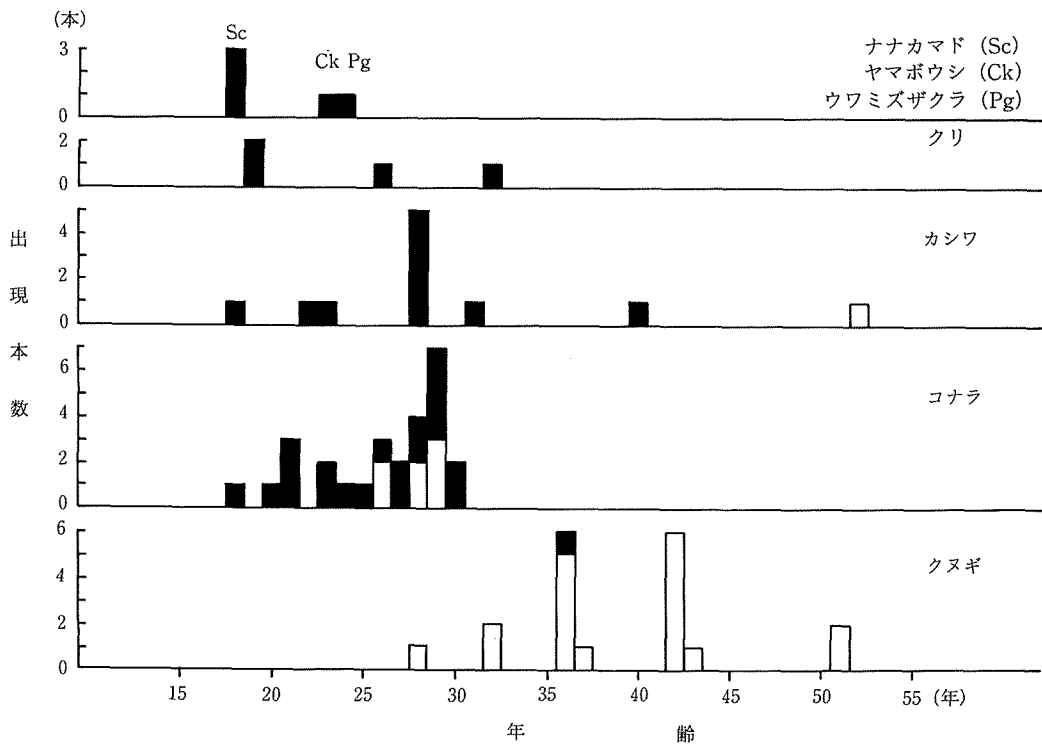


図7 コナラ・クヌギ混交林の樹齢構成 (林分No.2, 第18林班, 1981年伐採)

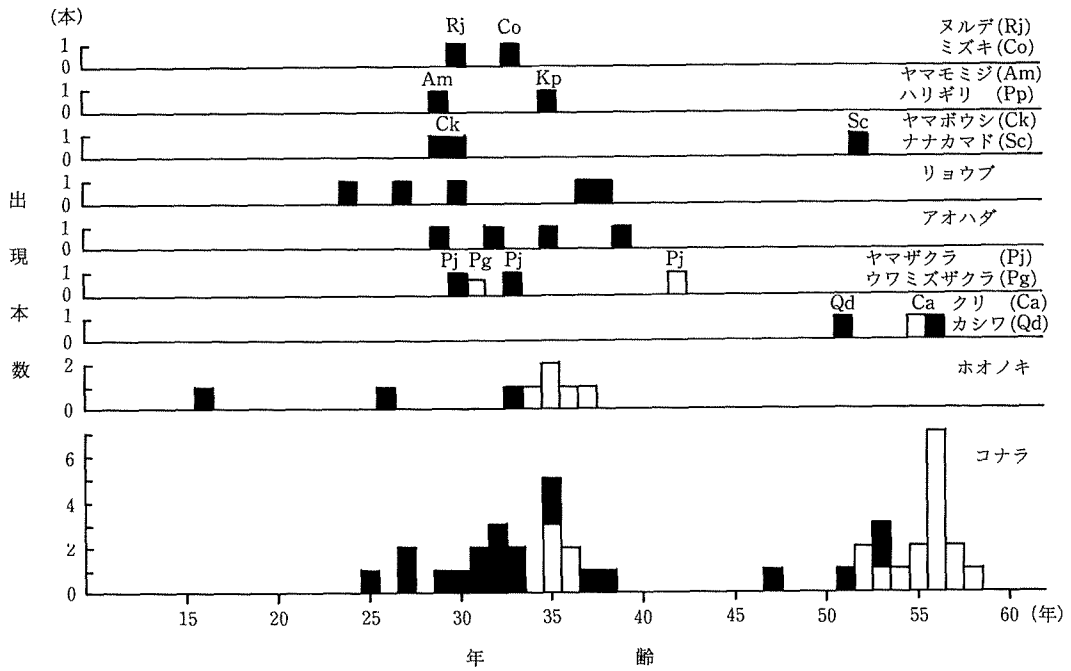


図8 コナラ林の樹齢構成 (林分No.3, 第21林班, 1983年伐採)

種は大部分が樹齢35年以下で第2回目の伐採後侵入したものである。

林分No.4 (第19林班)では(図9),平均樹齢は50年であるが,コナラの年齢は35~68年と幅広く分布している。しかし,40年生前後と60年生前後を中心に二つの大きな山型分布がみられる。コナラ以外の樹種ではノグルミが60年生前後であるが,ヤマボウシ,リョウブなどは年齢が若く後から侵入したものである。この林分も2回の伐採によって成立した林のようである。

林分No.5 (第26林班)では(図10),平均樹齢は59年であるが,コナラは60年生前後に集中している。この林分には老齢の母樹が点在し,その周囲に比較的一斉に後継樹が成立している。林分の年齢構成は集中的で10年前後の差である。ほぼ一斉林に近い構成をしている。亜高木は数が少なく,30~35年生で後から侵入したものである。

林分No.6 (第12林班)の平均樹齢は36年であるが,樹種によって年齢構成が著しく異なる(図11)。クリ,カシワ,クヌギ,コナラは年齢のパラツキが大きく,20年生前後から70年生に近いものまで認められた。この林分は株立ち木の年齢から判断すると,今から約35年前と約60年前の2度伐採が行われている。35年前の伐採は記録に残っている。ミズナラは大部分が35年生以下で,第2回目の伐採後成立したものが多。ミズキ,カエデ類,アオハダ,コシアブラ,サクラ類も大部分が35年生以下で伐採後侵入したものが多。35年前の伐採は製炭のために行われた。製炭に利用できないクリ,カシワなどが伐採の際伐り残されたためにこのような年齢構成になったものと思われる。

以上6林分で調査した結果によると,蒜山演習林の落葉広葉樹二次林は全部が異齡林である。樹

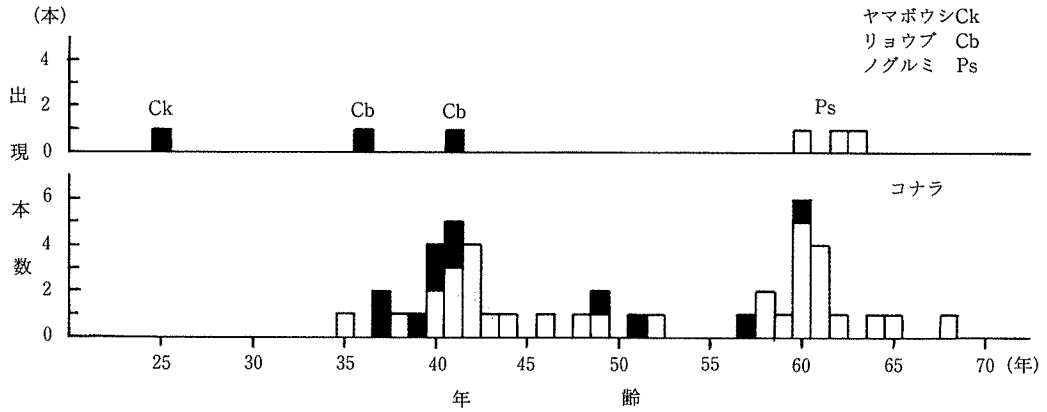


図9 コナラ林の樹齢構成 (林分No.4, 第19林班, 1990年伐採)

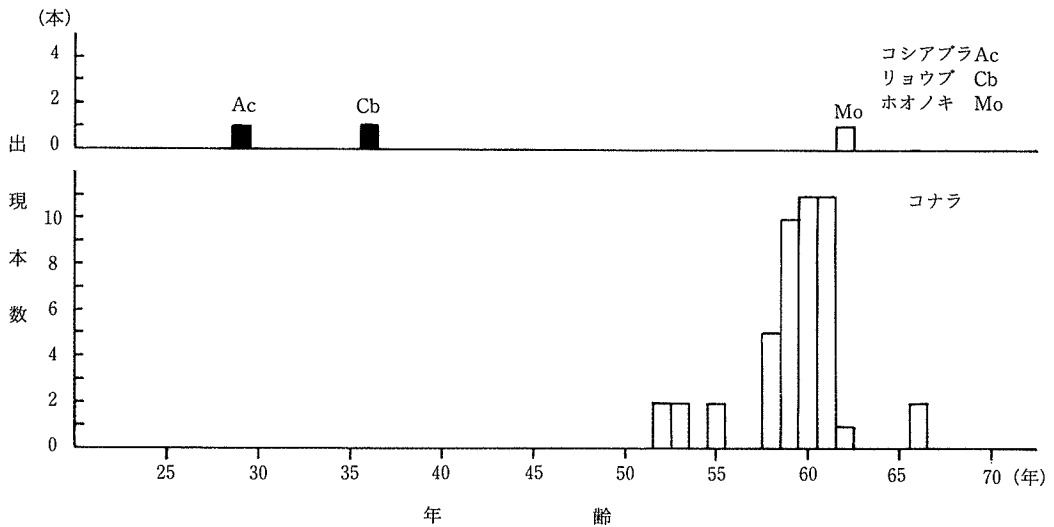


図10 コナラ林の樹齢構成 (林分No.5, 第26林班, 1990年伐採)

樹齢構成は樹種によって異なり、コナラは1山型分布を示す林分と、2山型分布を示す林分とがあった。クリ、カシワ、クヌギなどは幅広い樹齢分布を示した。サクラ類、アオハダ、ミズキ、ヤマボウシ、ナナカマド、カエデ類などは一般に樹齢が若く、森林伐採後侵入したものが多かった。

3. 二次林の再生状態

コナラ、クヌギは従来薪炭材として利用されてきた。薪炭材は短伐期で伐採し、一般に萌芽によ

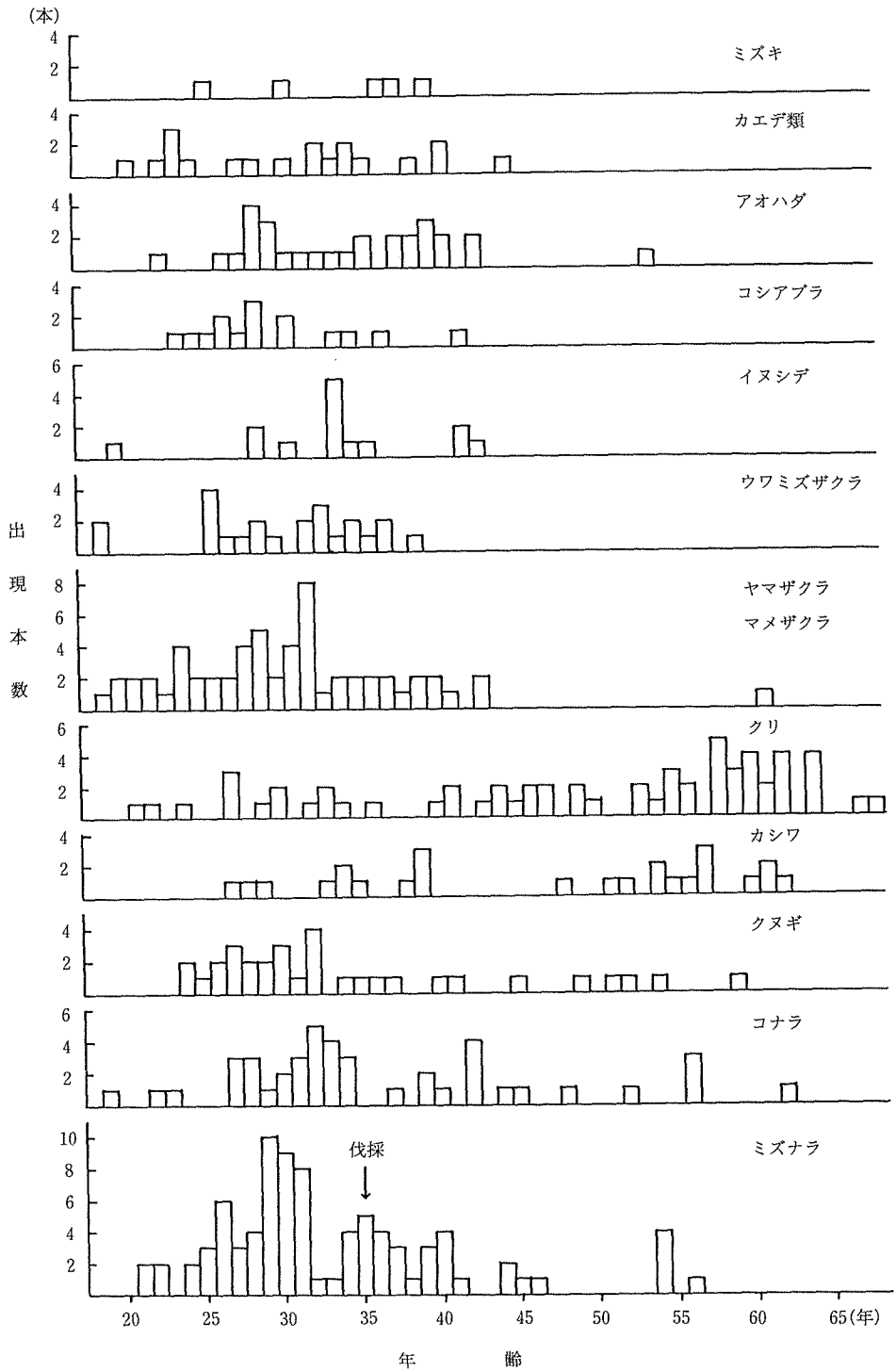


図11 混交林の樹齢構成 (林分No. 6, 第12林班, 1989年伐採)

って更新する。従って里山の萌芽再生林では複幹の株立ち木が多くみられる。しかし、蒜山演習林のコナラ林、クヌギ林では株立ち木は非常に少なく、単幹木が多い。また単幹木でも根株部が肥大した萌芽木と思われるものは殆どみられない。複幹木の割合は、コナラで0～23%、クヌギで2～5%、ミズナラで2%、その他で4～10%、合計8～36%であった(表1)。その他の樹種では、コシアブラ、リョウブなどで複幹木が多かった。

各調査林分について二次林の再生状況を検討してみる。林分No.1(第22林班)とNo.5(第26林班)は複幹木の年齢から推定すると、前者は約55年前に、後者は約62年前に伐採されて再生した林であると考えられる。複幹木は全体で約10%存在するが、コナラの複幹木は前者で0%、後方で6%である。コナラは複幹木が少なく、また年齢構成が異齡で、大部分が実生起源であると考えられる。林分No.5のホオノキは双幹で萌芽再生林である。コシアブラ、アオハダ、ウワミズザクラ、ネジキなどはコナラよりも年齢が若く、後から侵入した実生木である。

林分No.2(第18林班)は著しく異齡であるが、この林分は複幹木がコナラで23%、全体で36%もあり、他の林分に比べて萌芽再生木の割合が高い。コナラの複幹木の年齢から推定すると、この林分は約30年前に伐採されている。コナラよりも年齢の古いクヌギ、カシワはその時に伐り残されたものと思われる。カシワの大部分、ナナカマド、ヤマボウシ、ウワミズザクラなどは30年生以下が多く、伐採後侵入した実生木である。この林分は萌芽と実生によって成立している。

林分No.3(第21林班)とNo.4(第19林班)も著しく異齡林である。コナラの年齢構成は、前者では35年生と56年生を中心に、後者では41年生と60年生と中心に二つの大きな山型分布をしている。約20年間隔で利用径級に達した立木が択伐的に伐採されて再生した林のようである。林分No.3はコナラが60%、その他の樹種が40%の混交率であるが、その他の樹種は樹齡40年生以下が多く、第2回目の伐採後に侵入したものが多い。しかし、クリ、カシワなどは50年生以上で第2回目の伐採の時に伐り残されている。薪炭材として不向きなためであろう。林分No.4はコナラの純林で、混交率は90%である。コナラ以外に高木としてノグルミが生育しているが、樹齡は60年生前後で第2回目の伐採の際に伐り残されたものと思われる。複幹木の割合は、林分No.3で12%(コナラ2%)、No.4で8%(コナラ4%)で大部分は単幹である。また年齢構成は幅が広く、大部分の個体は実生によって成立したと考えられる。

林分No.6(第12林班)は、樹種数が他の林分と比べて著しく多い異齡林である。複幹率は林分全体で10%程度で、大部分は単幹である。複幹木の樹齡から判断すると、約35年前と約60年前の2回伐採が行われている。35年前の伐採は演習林の直営事業で、製炭のために行われた。製炭にはクヌギ、コナラ、ミズナラが利用されたと思われる。これらの3樹種は35年以下が多いが、それ以上の年齢のものも残っている。35年以上のものはおそらくその時点では径級が小さすぎて残し木されたものと思われる。クリ、カシワは50年生以上の壮齡木が多い。これらは製炭に不向きな樹種であり、そのために伐採されなかったものと思われる。ミズキ、カエデ、コシアブラ、イヌシデ、サクラ類などは40年以下のものが多い。35年前の伐採の時に伐り残されたものと、伐採後に侵入したものとがある。混交林で特定の樹種を対象にして択伐を行うと再生林の樹種構成及び樹齡構成は大きく変化するようである。

以上 6 林分の成立状態をみると、林分No.2 を除き単幹木の割合が非常に高く、また樹齢構成は異齢で年齢の幅が広く、蒜山演習林の二次林は主として下種更新（実生）によって成立した林であるといえる。コナラ林は 5～10年で再生しており、天然下種更新の更新期間は10年程度を見込めば十分である。

4. 考察

落葉広葉樹二次林の林分構成については多くの研究がある。鳥取大学蒜山演習林の落葉広葉樹林は標高600～870mの間に分布し、おもにコナラを優占種とする二次林である。蒜山演習林のコナラ林の林分構成については二、三報告があるが^{4,9,10}、一般に群落の構成種数が少なく⁵、特に高木種は数種類に限られており、コナラの純林といってよい。樹齢は60年生以下が多い。コナラ林の胸高直径の頻度分布は、平均直径が小さい林分ではL型分布を示し、直径が大きくなると正規型又はJ型分布に変わるとされているが^{4,9,10}、本調査林分では正規型と 2 山型に幅広く分布する林分とがあった。2 山型分布の林分は齢構成からみると 2 回伐採の林分のようなものである。

里山の広葉樹二次林は普通短伐期で伐採を繰り返し、萌芽更新で再生したものが多く、従って複幹の株立ち木が多くみられる。しかし、蒜山演習林のコナラ林は複幹木が非常に少なく10%程度で、大部分は実生繁殖によって成立した個体である。人為作用の加わった二次林でありながらこのように萌芽更新木の少ないコナラ林は珍しい。この理由は明らかではないが、過去の施業が影響していると思われる。

森林の成り立ちを解明するためには構成個体の樹齢を知る必要がある。森林の齢構成は天然林ではよく調べられているが¹¹⁻¹⁷、二次林では調査例が少ない^{6,7}。二次林は伐採、風水害による倒木、山火事などによって原生林が破壊された後に成立するが、蒜山演習林の二次林は樹齢分布からみると、過去に 1 回ないし 2 回伐採が行われて再生した林であるといえる。伐採の方法には皆伐と択伐があるが、樹齢分布から判断すると択伐的な伐採が行われた林分が多い。伝え聞くところによると、大正末期には鉄道の枕木用大径材の伐採が行われた。また炭窯の跡があり、製炭も行われている。これらの伐採では利用価値の低い形質不良木や、利用に適しない樹種が伐採されずに残されたようである。現にコナラの形質不良の大径木が二次林の中に残っている。また製炭の行われた林では、クリ、カシワなど炭材として不適当な樹種が多く伐り残されている。蒜山演習林の二次林の林分構成や樹齢構成が林分によって異なるのは、このような人為的な選択が影響した結果ではないかと思われる。

次に樹種の更新特性も二次林の成立に大きく影響する。蒜山演習林の二次林におけるコナラの樹齢分布は集中的で、森林伐採後 5～10年の期間に大部分の個体が更新している(図 6～11)。ミズナラも伐採後10年程度で更新している(図11)。コナラは結実年齢が早く、萌芽木は 1 年生で、実生木は 2 年生で結実する²。また結実周期が短く、母樹が保残されておれば下種更新は容易のようである。クヌギも結実年齢は早い³がコナラに比べて結実量が少なく³、下種更新はやや困難のようである。林分No.2 (第18林班) のコナラ・クヌギ混交林ではクヌギはコナラよりも年齢が高くかつ上層木を形成しているが、下層木にはコナラ、カシワ、クリが存在し、クヌギがみられない。これらはおそら

く結実性や耐陰性の違いによるのではないかと思われる。樹種の耐陰性は実生の定着に大きく影響する。小見山⁷⁾が落葉広葉樹二次林で樹齡構成とその再生過程を調査したところ、樹種によって大攪乱後の定着様式に差が認められた。ミズナラ、コナラ、キハダなど比較的陽性の樹種は定着の時期が集中的であるが、シナノキ、カエデなどやや耐陰性の高い樹種は長期間にわたって定着が可能であるという。菊沢⁸⁾の研究によると、ミズナラ、ウダイカンバ、コナラ、ハリギリなどは山火事あるいは伐採後一斉に更新するが、イタヤカエデ、ハクウンボク、アオダモなどは伐採のたびごとに更新している。

蒜山演習林の二次林では、コナラ、ミズナラ、ハリギリなどは伐採後一斉に更新し、ホオノキ、サクラ類、カエデ類、ネジキ、リョウブなどは伐採後長期間にわたって更新している。後者の樹種は鳥や風で種子が散布されるものが多い。

以上のように二次林の更新には伐採方法のほかに樹種の特長、すなわち結実性、萌芽性、耐陰性、種子の散布型式などが重要な関わりを持つといえる。

IV 摘 要

鳥取大学蒜山演習林の落葉広葉樹二次林（6林分）で林分構成と樹齡構成を調査し、二次林の再生過程について考察した。本研究の結果は次のようである。

(1) 調査した林分は、林分構成からみてコナラ林、コナラ・クヌギ林、ミズナラ・コナラ林の三つが認められた。胸高直径及び樹高の分布パターンは、1山型分布と2山型分布の二つがあった。

(2) これらの二次林は全部が異齡林であったが、樹齡構成は林分及び樹種によって差がみられた。コナラについては1山型分布と2山型分布を示す林分とがあった。クリ、クヌギ、カシワなどは幅広い樹齡分布を示した。サクラ類、カエデ類、アオハダ、ミズキ、ホオノキ、ヤマボウシなどは森林伐採後に侵入するものが多かった。

(3) 蒜山演習林の二次林は複幹の萌芽木が少なく、樹齡構成からみても大部分が実生繁殖によって成立した個体から構成されているということが分かった。

(4) 二次林の林分構成及び樹齡構成が林分によって著しく異なるのは伐採の方法及び樹種の更新特性が大きく影響した結果であると思われる。

文 献

- 1) 藤江 勲・安井 鈞：鳥取大学蒜山演習林におけるコナラ林の林分構成及び現在量。島根大農研報, 14, 37~43 (1980)
- 2) 橋詰隼人：クヌギ、コナラの幼齡木の着花習性。広葉樹研究, 2, 49~54 (1983)
- 3) 橋詰隼人：自然林におけるブナ科植物の生殖器官の生産と散布。広葉樹研究, 4, 271~290 (1987)
- 4) 橋詰隼人・金川 悟・小谷二郎：コナラ二次林の地位指教曲線の作成及び立地条件と生長との関係について。広葉樹研究, 5, 215~221 (1989)
- 5) 勝又 章：蒜山演習林における広葉樹天然林の植生調査と造林適地の選定。昭和54年度鳥取大卒業論文, pp. 1~84 (1980)

- 6) 菊沢喜八郎：北海道の広葉樹林。北海道造林振興協会，pp.46～49 (1983)
- 7) 小見山 章：落葉広葉樹二次林の樹齡構成とその再生過程。日林誌，71，374～379 (1989)
- 8) Nakashizuka, T. and Numata, M. : Regeneration process of climax beech forests. I. Structure of a beech forest with the undergrowth of Sasa. *Jap. J. Ecol.*, 32, 56～67 (1982)
- 9) 小笠原隆三：広葉樹二次林の有効利用と森林施業に関する基礎的研究—クヌギ二次林について。広葉樹研究，4，85～118 (1987)
- 10) 小笠原隆三・佐々木英義・古田修一：コナラ二次林の林分構造。広葉樹研究，4，263～270 (1987)
- 11) 佐野淳之：群落構造の解析による天然生ミズナラ林の更新様式に関する研究。北大演報，45 (1)，221～266 (1988)
- 12) 渋谷正人・五十嵐恒夫・松田 彊：トドマツ林分の齡構成と個体の生長経過について。北大演報，45 (1) 221～266 (1988)
- 13) 鈴木英治：ツガ天然林の更新。鹿大理科報告，31，65～128 (1982)
- 14) Suzuki, E., Ota, K., Igarashi, T. and Fujiwara, K. : Regeneration process of coniferous forests in northern Hokkaido. I. *Abies sachalinensis* forest and *Picea glehnii* forest. *Ecol. Res.*, 2, 61～75 (1987)
- 15) Suzuki, E. and Tsukahara, J. : Age structure and regeneration of old growth *Cryptomeria japonica* forests on Yakushima island. *Bot. Mag. Tokyo* 100, 223～241 (1987)
- 16) 鈴木英治・薄田二郎：屋久島瀬切川流域の温帯針葉樹林の齡構成と更新過程。日生態会誌，39，45～51 (1989)
- 17) 玉井重信・天保好博：冷温帯天然林の齡構造。日林誌，72，292～303 (1990)