

〈論文〉

暖温帯におけるアカマツ衰退後の二次林の管理に
関する基礎的研究
—ブナ科3種およびタブノキの更新様式—

佐野 淳之*・常盤 智美**・伊藤 佐知子***

Fundamental Studies on the Management of Secondary Forests after the Decline of
Pinus densiflora in Warm-temperate Regions
- Regeneration Patterns of Three Species of Fagaceae and *Persea thunbergii* -

Junji SANO *, Tomomi TOKIWA ** and Sachiko ITO ***

Summary

densiflora, the regeneration patterns of *Castanopsis sieboldii*, *Castanea crenata*, *Quercus serrata*, and *Persea thunbergii* were studied in a *Pinus densiflora* secondary forest located on Aoshima Island, Takazumi, Tottori City in the warm-temperate region of Japan. Twelve plots (total area, 2295 m²) in the study site were used to investigate the stand structure, bearing rate, and sprouting rate of trees (DBH \geq 2 cm) and saplings (DBH < 2 cm).

Forty-one species were found, with *Pinus densiflora* and *Eurya japonica* dominant in the tree layer and shrub layer, respectively. The secondary forest will succeed to a *Castanopsis sieboldii*-*Persea thunbergii* forest, the climax community of this region, after the decline of *Pinus densiflora* according to the species composition, the frequency distribution of DBH, and the D-H relationship.

Although *Quercus serrata* and *Castanea crenata* were found to bear seeds even in smaller trees, *Castanopsis sieboldii* bore seeds only in larger ones, and *Persea thunbergii* did not bear any seeds in 1997. No difference was found in sprouting rates between trees and saplings in each species, whereas *Castanopsis sieboldii* trees had a higher sprouting rate (over 70 %) than saplings and other species. Therefore, the role of sprouting seems more important for the maintenance of trees in this species.

Castanopsis sieboldii and *Persea thunbergii* will dominate the forest gradually, while the pruning of trees in the crown layer and the cutting of *Eurya japonica* in the shrub layer would be needed for the regeneration of *Castanea crenata* and *Quercus serrata* in warm-temperate regions.

* 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

** 奈良県農林部治山課：Forest Conservancy Section, General Agriculture and Forestry Department, Nara Prefecture

*** 兵庫県和田山農林事務所：Wadayama Office of Agriculture and Forestry, Hyogo Prefecture

I はじめに

現在、暖温帯に成立している森林の多くは人為的な影響によって成立した二次林であり、それらの適切な保全・管理が重要な課題となっている。常緑樹林帯における二次林の代表的なものがクヌギ・コナラ林とアカマツ林であり (16)、中国地方でも沿海部やその後背山地に、一部クロマツを混じえたアカマツ林が広く成育している (17)。しかし、近年のマツノザイセンチュウ被害によって枯損が激しく、コナラなどの広葉樹林に移行している地域もある (3)。また、落葉性広葉樹林にならずに暖温帯の原植生であるシイ・カシ・タブノキなどの常緑性広葉樹林になる場合もある (1)。

このように、コナラ・クヌギ・シイなどのブナ科樹種およびタブノキは、アカマツ衰退後の暖温帯林における主要構成樹種であり、暖温帯の二次林を保全・管理していくにはこれらの樹種の更新特性を把握しておく必要がある。それぞれの樹種の特性に関しては、種子生産 (25,5,8,21,2) や萌芽更新 (11,23,12) などの研究があるが、常緑性広葉樹と落葉性広葉樹の混交した林分での研究は少ない (19)。したがって、いずれは常緑性広葉樹林に推移していく暖温帯のアカマツ二次林で、ブナ科樹種やタブノキがどのように更新しているのかを明らかにし、これらの樹種の更新特性を生かしながら二次林を保全・管理していくにはどのような方法が適切かを考えていかなければならない。

の特徴と、主要構成樹種であるコナラ・クリ・スダジイのブナ科3種およびタブノキの更新特性について明らかにすることを目的とする。

II 調査地と調査方法

1. 調査地の概況

調査地は、鳥取市高住の湖山池公園内に位置する青島の二次林である (図1)。青島は湖山池に点在する島のうちで最も大きく、南北700m、東西150m、周囲1.8kmである。青島は南北2つの山があり、南側の山は海拔33.0m、北側の山は60.8mである。地質は北半分は古第三紀中期に形成された花崗岩、南半分は第三紀の火山活動により形成された火砕岩が分布している (6)。年平均気温は14.5℃、年最高平均気温は19.3℃、年最低平均気温は10.2℃、年平均降水量は1949.5mmである (24)。

青島は、以前は高住部落の所有地であり、畑作が島の一部で行われていた。昭和41年よ

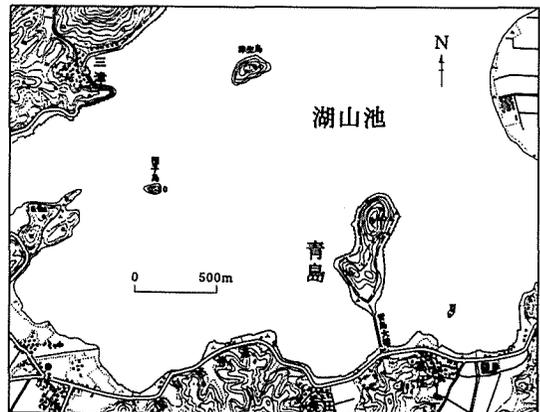


図1 調査地 (青島; 134° 9' E, 35° 30' N)

り鳥取市に管理が委託された後は、昭和44年に青島大橋が作られ、公園として管理が進められている。その事業の一環として現在では、運動広場、キャンプ場、艇庫などの野外施設や島内を一周する遊歩道などが整備されている。

青島の二次林では、アカマツとクロマツが林分の最上層を占めているが、マツ枯れによって一部は衰退し、落葉性広葉樹と常緑性広葉樹が混交して林冠を構成している。植栽された樹木は遊歩道沿いのサクラ類のみで、その他は天然更新にまかされている。樹木の管理については、サクラ類の剪定と松くい虫防除のためのマツ類への薬剤注入のみが行われている。

2. 調査方法

本調査地に15m×15mのプロットを7個、12m×12mのプロットを5個設置した（合計面積は2295m²）。胸高直径2cm以上の樹木（以下、上木とよぶ）については、樹種を同定し、樹高と胸高直径を測定した。さらに、それぞれの幹が主幹か萌芽幹かを記録した。また、後継樹種と考えられるブナ科3種（スダジイ、コナラ、クリ）およびタブノキについては、結実しているかないかを記録した。1997年に結実していたブナ科3種のうち、十分な堅果数が採取できたスダジイ（182個）およびコナラ（67個）については、堅果の短径と長径および生重量を測定した。堅果は、電気乾燥機を用いて80℃で70時間乾燥し、乾燥重量を測定して含水率を求めた。

胸高直径2cm以上の樹木（以下、上木とよぶ）については、ブナ科3種（スダジイ、コナラ、クリ）およびタブノキについては、結実しているかないかを記録した。

胸高直径と樹高の関係については、拡張相対成長式（20）に当てはめた。結実率は全本数に対する結実木の本数割合（%）、萌芽率は全本数に対する萌芽幹の本数割合（%）で求めた。

Ⅲ 結果

1. 上木の樹種構成

上木は41種出現した。それぞれの樹種の相対優占度を表1に示す。高木性樹種ではアカマツ、低木性樹種ではヒサカキの優占度が20%を超え、他の樹種と比べると高い値を示した。その他の相対優占度1%以上の樹種はハゼノキ・タブノキ・クロマツ・ヤマザクラ・ヤブニッケイ・スダジイ・ナナカマド・カクレミノ・クリ・エゴノキ・コナラ・ナワシログミの12種であり、出現樹種の半数以上が相対優占度1%未満であった。樹高が20mを超えていた個体はアカマツ・クロマツの2種のみに限られていたが、ハゼノキ・ヤマザクラ・コナラなどの落葉性広葉樹、スダジイ・タブノキ・ヤブニッケイなどの常緑性広葉樹がともに林冠を構成していた。樹高10m未満の層は落葉性広葉樹ではハゼノキ・ナナカマド・クリ、常緑性広葉樹ではタブノキ・ヤブニッケイが多く、6m以下ではヒサカキの出現本数が極めて多かった。

更新特性に関する解析の対象としたブナ科3種およびタブノキの胸高直径階別本数分布を図2に示す。タブノキは相対的に本数が多く、上層から下層まで分布するが、より下層での密度の高い逆J字型の分布を示した。スダジイも上層から下層まで分布するが、タブノキと比較すると下層での

表1 出現樹種の相対優占度 (DBH \geq 2 cm)

樹種名	学名	相対優占度 (%)
アカマツ	<i>Pinus densiflora</i>	26.57
ヒサカキ	<i>Eurya japonica</i>	20.76
ハゼノキ	<i>Rhus succedanea</i>	9.69
タブノキ	<i>Persea thunbergii</i>	7.86
クロマツ	<i>Pinus thunbergii</i>	5.08
ヤマザクラ	<i>Prunus jamasakura</i>	3.88
ヤブニッケイ	<i>Cinnamomum japonica</i>	3.46
スダジイ	<i>Castanopsis caspidata</i>	3.41
ナナカマド	<i>Sorbus commixta</i>	2.43
カクレミノ	<i>Dendropanax trifidus</i>	2.03
クリ	<i>Castanea crenata</i>	2.03
エゴノキ	<i>Styrax japonica</i>	1.85
コナラ	<i>Quercus serrata</i>	1.47
ナワシログミ	<i>Elaeagnus macropylla</i>	1.00
クスギ	<i>Quercus acutissima</i>	0.90
アカメガシワ	<i>Mallotus japonica</i>	0.87
ネズミモチ	<i>Ligustrum japonica</i>	0.85
クマノミズキ	<i>Cornus macrophylla</i>	0.82
ゴンズイ	<i>Euscaphis japonica</i>	0.78
カラスザンショウ	<i>Fagara ailanthoides</i>	0.63
イヌビワ	<i>Ficus erectus</i>	0.55
エノキ	<i>Celtis sinensis var. japonica</i>	0.31
ソヨゴ	<i>Ilex pedunculosa</i>	0.28
コシアブラ	<i>Acanthopanax sciadophylloides</i>	0.24
リョウブ	<i>Clethra barbinervis</i>	0.23
ハシドイ	<i>Syringa reticulata</i>	0.20
シロダモ	<i>Neolitsea sericea</i>	0.15
ウリカエデ	<i>Acer crataegifolium</i>	0.12
イヌシデ	<i>Carpinus tschonoskii</i>	0.10
コバノガマズミ	<i>Viburnum erosum</i>	0.10
ヤマウルシ	<i>Rhus trichocarpa</i>	0.09
カマツカ	<i>Pourthiaea villosa var. laevis</i>	0.08
クロキ	<i>Symplocos lucida</i>	0.06
ツリバナ	<i>Euonymus oxphyllus</i>	0.06
ヤマツツジ	<i>Rhododendron obtusum</i>	0.05
コマユミ	<i>Euonymus alatus f. ciliatodentatus</i>	0.05
ムクノキ	<i>Aphananthe aspera</i>	0.03
ムラサキシキブ	<i>Callicarpa japonica</i>	0.03
タラノキ	<i>Aralia elata</i>	0.03

$$\text{相対優占度 (\%)} = (\text{相対胸高断面積 (\%)} + \text{相対本数 (\%)}) / 2$$

密度は低かった。コナラとクリは、胸高直径30cmを超える個体が認められず、タブノキと比較すると小径木の密度も低かった。これらの樹種のD-H関係 (図3) より、タブノキの胸高直径と樹高の成長にはばらつきが見られ、スダジイの樹高成長は相対的に小さい特徴が認められた。コナラとクリは類似した成長パターンを示していた。

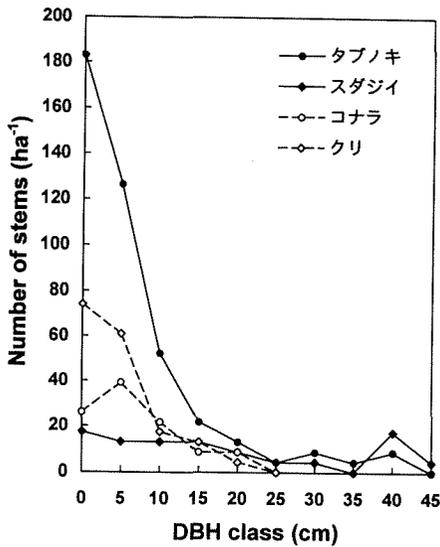


図2 胸高直径階別本数分布

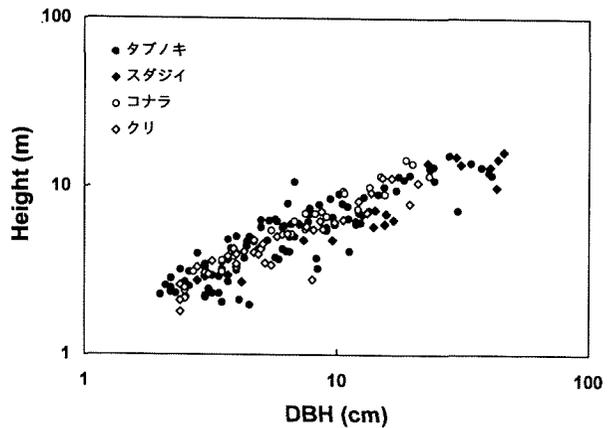


図3 タブノキ, スタジイ, コナラ, クリのD-H関係
 拡張相対成長式の係数は, $A=1.17$, $h=0.98$, $H^*=19.8$

2. 更新特性

(1) 結実率

なお, タブノキについては1997年に結実は認められなかった。

表2 ブナ科3種の結実状況 (DBH \geq 2 cm)

樹種	本数	結実率(%)	結実木の胸高直径(全個体の胸高直径)		
			平均(cm)	最小(cm)	最大(cm)
スタジイ	22	45.5	37.2(20.3)	23.5(2.8)	45.9(45.9)
コナラ	24	37.5	12.2(9.2)	2.5(2.5)	11.6(23.3)
クリ	39	33.3	10.8(7.2)	2.4(2.4)	19.5(39.3)

表2に, ブナ科3種の結実率を示す。それぞれの樹種の結実率は, 30~50%の範囲にあり, スタジイが最も高かった。結実木の最小サイズは, クリが胸高直径2.4cm, コナ

表3 スタジイとコナラの種子の性質

樹種	サンプル数	湿重量(g)	乾重量(g)	含水率(%)	短径(cm)	長径(cm)
スタジイ	182	1.01 \pm 0.26	0.67 \pm 0.18	33.59 \pm 2.82	1.01 \pm 0.09	1.72 \pm 0.15
コナラ	67	1.24 \pm 0.28	0.75 \pm 0.19	39.66 \pm 6.18	1.02 \pm 0.07	1.81 \pm 0.40

値は平均値 \pm 標準偏差。短径については5%水準で有意差なし。その他の項目については1%水準で有意差あり (t-test)。

ラは2.5cmであり, 胸高直径の大きい個体については結実がみられないものもあった。スタジイでは, 胸高直径20cm以上の個体においてのみ結実がみられた。

種子の重さおよび大きさに関するそれぞれの樹種の種子の性質(表3)については, これまでの研究(5)とほぼ一致していた。しかし, 種子重においては, コナラでは本調査地の方が軽く, スタジイはやや重くなっていた。樹種間の比較では, 短径では差がみられなかったが, その他の項目についてはコナラの方が大きな値を示した。

(2) 萌芽率

二次林は、萌芽によって再生した林分が多いといわれている(15)が、樹種によって萌芽する割合が異なると考えられたので、ブナ科3種とタブノキの上木と稚樹の萌芽率を比較した(表4)。上木の萌芽率は、スダジイが70%を超えていたが、クリ、コナラおよびタブノキの萌芽率は20%前後と相対的に低かった。稚樹の萌芽率は、タブノキの萌芽率がやや高いものの4種ともに20~40%であった。スダジイは稚樹より上木の萌芽率の方が高かったが、その他の樹種では稚樹の萌芽率の方が高かった。

表4 ブナ科3種とタブノキの萌芽率(%)

樹種	上木	稚樹
スダジイ	72.7	29.7
タブノキ	23.6	42.9
コナラ	16.0	20.4
クリ	22.0	32.0

上木はDBH \geq 2cm, 稚樹はDBH<2cm.

IV 考 察

1. アカマツ衰退後の林分の樹種構成

本調査地での出現樹種数は41種で(表1)、富山県のコナラ-アカマツ二次林(プロットサイズ1820m²)での出現樹種数29種(7)、伊豆諸島の三宅島のスダジイ・タブノキ林(プロットサイズ4900m²)での出現樹種数15種(10)などと比較して多かった。宮脇(16)によるシイ-タブ林、クヌギ-コナラ林構成種と比較すると、本林分において、樹高15~20mの層を占めるアカマツ・ヤマザクラ・クマギ・コナラなどはクヌギ-コナラ林構成種であり、樹高15m以下に多いスダジイ・タ

ナラ林構成種が占め、その下にはクヌギ-コナラ林およびシイ-タブ林の構成種が混生しており、構成樹種数が多くなっていたと考えられる。

クリ・ムラサキシキブ・エゴノキ・コナラ・クヌギ・アカマツなどの樹種はクヌギ-コナラ林構成種であり、タブノキ・ヤブニッケイ・カクレミノ・シロダモ・スダジイはシイ-タブ林の構成種である(16)。本林分の下層においては、ヤブコウジ・イノデ・ツワブキ・キツタなどのシイ-タブ林域の指標植物が多くみられたことから、今後はシイ-タブ林の構成種が増加し、本林分はシイ-タブ林へと遷移していくと考えられる。また、タブノキは上層から下層まで出現し、スダジイと比較すると下層での個体数が多いこと(図2)や樹高成長が良好であること(図3)から、タブノキの優占度が高くなっていくと考えられる。

2. ブナ科3種とタブノキの更新特性

クリとコナラでは、結実木の最小サイズが小さかった(表2)。コナラの結実は10年前後から始まり(9)、また、クヌギとコナラは陽樹で発芽後数年で開花・結実を開始する(2)といわれていることから、これらの樹種が弱齢のうちから結実することを示していた。スダジイでは、胸高直径の大きい個体においてのみ結実がみられたこと(表2)から、クリとコナラに比べて個体サイズが大きくなると結実が行われないと考えられる。

種子の重さおよび大きさをこれまでの研究(5)と比較すると、種子重においては、コナラでは本調査地の方が軽く、スダジイではやや重くなっていた(表3)。種子重は、種内変動は小さく種

間で大きな変異があり、出現する植生遷移段階、寿命、成育場所の光環境などとの間に密接な対応関係があることが知られている(22)。また、ブナ科植物では一般に遷移系列の早い時期に出現する樹種ほど種子重量が大きいといわれている(5)が、本調査地ではコナラが相対的に軽くスダジイが重かったことは、本調査地がよりスダジイに適した環境であることを示唆している。タブノキについて結実が認められなかったことは、タブノキが4年の周期で豊凶があり、凶作年には全く結実がみられないこと(25)によると考えられる。しかし、下層にも連続して多くの個体数がみられたこと(図3)から、豊作年の種子供給が稚樹および上木の個体数を維持するのに十分であったことを示している。

稚樹の萌芽率は樹種によって大きな違いはなかったが、上木ではスダジイの萌芽率が極めて高かった(表4)。スダジイの稚樹は萌芽再生を繰り返しながら個体数を維持し、亜高木層が排除されたときに低木層へと成長すること(26)、多くの萌芽幹が主幹と共に林冠層に達することができること(27,10)から、スダジイの更新は主に萌芽幹によって行われていると考えられる。また、スダジイは他樹種ではまれな小型萌芽幹を多く生じること(10)から、スダジイのみが連続的に萌芽することが可能な樹種であると考えられる。コナラは萌芽間の競争の結果によって萌芽枝の約2/3が2年間で消失すること(23)、親木が伐採された場合、萌芽枝が当初の一時期に限り発生し、同じ株からはそれ以上萌芽枝が発生しがたい樹種であること(13)、伐根直径が20~30cm以上、伐根年齢が40~50年以上になると、萌芽しきれず枯死してしまふもの割合が非常に多いこと(13)

いと考えられる。

3. 樹種の更新様式からみた二次林の管理について

アカマツ衰退後の林分は、コナラ、クリなどの落葉性広葉樹類を混生しながらタブノキ、スダジイの優占する常緑性広葉樹林に遷移していくと推察された。コナラは閉鎖した林内では長期生存は困難であり(13)、稚樹の発生の多少にかかわらず生存に大きな違いはなく、局所的に多くの稚樹が発生してもやがて消失し、更新は期待できない(18)。また、大攪乱後の数10年間に定着の時期が集中するといわれている(14)。しかし、コナラやクリは結実開始時期が早かったこと(表2)や、耐陰性の低い樹種は成長が速いというトレード・オフ(4)のため、林冠の疎開や低木層の除去により更新が可能になると思われる。また、コナラは本調査地では萌芽率が低かったが、本来旺盛な萌芽能力をもつ(18)ので、他樹種を含めた伐採も更新の契機となろう。

スダジイの上木は主として萌芽によって維持されていた(表4)。スダジイは、林冠層における樹冠拡大能力に優れ、幹自体の寿命も長いことにより、1個体が長期間林冠層を占有することができる(10)。したがって、自然状態ではこのような性質を生かしながら上層木化していく可能性が高い。しかし、スダジイは比較的大きくなってから種子を生産すること(表3)や下層木が少なかったこと(図3)から、後継樹の供給が十分に行われているか注意しておく必要があろう。

タブノキは個体数が多く、上層から下層まで分布しているため(図3)、今後の優占度が高くなっていくと推察された。しかし、タブノキは森林内に大型のギャップが形成された場合、林内の稚樹

によって更新が行われるといわれている (27,10)。したがって、林冠が閉鎖しすぎると更新に不利となるため、スダジイと比較すればより明るい光環境を維持しておく必要がある。

このように、タブノキとスダジイの更新特性は対照的であるが、両種とも今後本林分での優占度を高めていくと考えられる。一方、常緑性広葉樹の優占する暖温帯においてコナラやクリなどの落葉性樹種の更新を継続させるためには、林冠の鬱閉度を低くするとともに低木層で優占していたヒサカキなどの除去 (19) など、光環境を改善するための更新補助作業が必要となる。

V. おわりに

二次林における樹種の更新特性の違いは、樹種構成や林分構造に大きな影響を与える。様々な樹種によって構成されている暖温帯の二次林の保全や管理に関しては、今回調査した以外の樹種についても、稚樹の樹種構成や分布様式を含めた更新特性の解明をしていく必要がある。

本研究を進めるに当たり、調査地を提供して下さった鳥取市および高住地区の皆様、資料を提供して頂いた鳥取市役所公園街路課および鳥取大学生物研究会の皆様には厚くお礼申し上げます。また、本研究に多大なご協力を頂いた鳥取大学農学部小笠原隆三教授および森林計画学研究室の学生諸氏に深謝します。

- (1) 藤原道郎・豊原源太郎・波田義夫・岩月善之助 (1992) 広島市におけるアカマツ二次林の遷移段階とマツ枯れ被害度. 日生態誌 42: 71-79.
- (2) 橋詰隼人 (1987) 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.
- (3) 橋詰隼人・勝又章 (1985) 二次林の再生過程に関する研究 (I) コナラ二次林における稚樹の成立状態と成長について. 広葉樹研究 3: 63-74.
- (4) 肥後陸輝 (1994) 風害跡地二次林を構成する樹種の再生様式—前生樹割合, 成長速度, 閉鎖林冠部での稚樹密度にもとづいて—. 日林誌 76: 531-539.
- (5) 広木詔三・松原輝男 (1982) ブナ科植物の生態学的研究 III. 種子—実生期の比較生態学的研究. 日生態誌 32: 227-240.
- (6) 星見清晴 (1993) 青島. 鳥取県のすぐれた自然 地形・地質編. (豊島吉則・赤木三郎・岡田昭明編), pp. 122-123, 鳥取県衛生環境部自然保護課, 鳥取.
- (7) 石田仁 (1996) コナラ—アカマツ二次林主要高木性樹種の樹高分布タイプと更新特性. 日林誌 78: 410-418.
- (8) 甲斐重貴 (1984a) 暖帯性落葉広葉樹林の特性と施業に関する研究. 宮崎大演報 10: 1-124.
- (9) 甲斐重貴 (1984b) コナラ林の種子生産. 緑化と苗木 47: 7-9.
- (10) 上條隆志 (1997) 伊豆諸島三宅島におけるスダジイ・タブノキ林の更新過程. 日生態誌 47

: 1-10.

- (11) 紙谷智彦 (1986) 豪雪地帯におけるブナ二次林の再生過程に関する研究 (II) 主要構成樹種の伐り株の樹齢と萌芽能力との関係. 日林誌 68: 127-134.
- (12) 韓海栄・橋詰隼人 (1991) コナラの萌芽更新に関する研究 (I) 壮齢木の伐根における萌芽の発生について. 広葉樹研究 6: 99-110.
- (13) 菊沢喜八郎 (1983) 北海道の広葉樹林. 152 pp, 北海道造林振興協会, 札幌.
- (14) 小見山章 (1989) 落葉広葉樹二次林の樹齢構造とその再生過程. 日林誌 71: 374-379.
- (15) 松田こずえ (1996) コナラの種生態. 雑木林の植生管理—その生態と共生の技術—. (亀山章編), pp. 65-77. ソフトサイエンス社, 東京.
- (16) 宮脇昭 (1977) 日本の植生. 535 pp, 学研, 東京.
- (17) 宮脇昭編 (1983) 日本植生誌 中国. 540 pp, 至文堂, 東京.
- (18) 長池卓男・橋本良二 (1990) コナラ林におけるコナラ実生稚樹の発生と消失. 日林東北支誌 42: 115-117.
- (19) 西村尚之・白石高子・山本進一・千葉喬三 (1991) 都市近郊林コナラ林の構造と動態 (II) 林内における3年間のコナラ実生の動態. 日緑工会誌 16: 31-36.
- (20) Ogawa, H., Yoda, K., Ogino, K. and Kira, T. (1965) Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand. II. Plant biomass, Nature and Life in SE Asia 4: 40-80.
- 学報 36: 149-155.
- (22) 清和研二・菊沢喜八郎 (1989) 落葉広葉樹の種子重と当年生稚苗の季節的伸長様式. 日生態誌 39: 5-15.
- (23) 嶋一徹・片桐成夫・金子信博 (1989) コナラ二次林における伐採後2年間の萌芽の消長. 日林誌 71: 410-416.
- (24) 総務庁統計局 (1997) 日本の統計. 349 pp, 総務庁統計局, 東京.
- (25) Tagawa, H. (1973) An investigation of initial regeneration in an evergreen broadleaved forest of Minamata Special Area of IBP. I. Seedling production and the distribution of dominant species. Rep. Ebino Biol., Kyusyu Univ. 1: 73-80.
- (26) 山下寿之 (1994) 分布北限域のスダジイ林内における種子散布と実生および稚樹の分布. 日生態誌 44: 9-19.
- (27) Yamamoto, S. (1992) Gap characteristics and gap regeneration in primary evergreen broad-leaved forests of western Japan. Bot. Mag. Tokyo 105: 29-45.