樹幹齢と密度の異なるコナラ二次林の種子生産と実生の成長に関する比較

Comparison of Acorn Production and Seedling Growth between two *Quercus serrata* Forests with Different Tree Ages and Densities

岩田 朋子* 吉田 博宣** 森本 淳子*

Tomoko IWATA Hironobu YOSHIDA Junko MORIMOTO

Abstract : Conservation of *Quercus serrata* secondary forests has been recently looked for on the aspects of bio-diversity, citizen's recreation and other effects. A long term's abandonment of appropriate management for *Q. serrata* forests has increased, however, especially in urban areas, since a revolution of fuel and fertilizer. Regeneration of those forests has been maintained through the method of coppicing, but it is generally said that it might be difficult to generate an old-aged forest by coppicing. So this research aims for giving a fundamental data for regeneration by natural seedling for aged *Q. serrata* forests. Two aged *Q. serrata* forests, a forest in Zama Park and a forest in the campus of Nihon University, with different ages and tree densities in Kanagawa prefecture were investigated on acorn production and seedling growth. As a result, 7.5 to 174.5 acorns per square meter were collected from the trees at the age of 37 to 66 years. It was confirmed that larger growth of seedling was related to larger weight of acorn, however a comparison for number of acorn was difficult because of a good or poor crop harvest among individual trees. Larger growth of seedling was also related to higher quantity of light under lower density of tree. It was confirmed that lower density of tree and higher quantity of light is one of the primary facts for good growth of seedlings.

Keywords: SATOYAMA, secondary forest, *Quercus serrata* Thunb., acorn production, seedling growth, tree density

キーワード: 里山, 二次林, コナラ, 種子生産, 実生成長, 立木密度

1. はじめに

都市化による環境悪化が激しくなるにつれて, 都市近郊の里山二次林は, その多様な機能, 効用を保持するために, 適切な管理が求められている¹⁾。里山二次林の管理については, 特に林床管理の違いによる林床植生の変化に関する研究^{1) 2) 3)}や, コナラ二次林の保全管理に関する研究も多くなされている^{4) 5) 6)}。一般的にコナラの萌芽能力は幼齢林で高く, 老齢林では切り株から萌芽が発生せず, 枯損株を生ずることが多いため, 天然下種更新によらなければならないとされている^{5) 6)}。現在, 長期間萌芽更新が放棄されているコナラ二次林が多くあり, その管理方法の検討が求められている。

著者らは今までに, 都市部で廃棄されることの多い落葉を活用した緑化方法を提案するという観点から, 落葉を敷き均した実験区を設置し, そこから発生するコナラ実生の成長を調査してきた^{7) 8) 9)}。これまでに落葉層の厚さが発生するコナラ実生数と深くかかわっていることがわかっている^{7) 9) 10)}。しかし, コナラ種子の発芽率や実生の成長は, 林床管理にも影響を受けることが予想される。本研究では, 長期間萌芽更新が放棄されているコナラ林の管理の方向性を見出すことを目標とし, 長期萌芽更新が放棄されたコナラ林で現在無管理条件下にあり, 樹幹齢・立木密度が

異なる2調査区において, コナラ種子生産とコナラ実生の現存量を調査した。

2. 調査及び実験対象地概要

表-1に調査及び実験対象地概要を示す。対象地は, 日本大学構内コナラ林と神奈川県立座間谷戸山公園コナラ林である。両対象地の距離は直線にして約30kmであり, ほぼ同じ立地環境であると考え, 比較, 考察を行った。

(1) 座間谷戸山公園コナラ林(以下座間林)

神奈川県座間市所在の県立座間谷戸山公園 昆虫の森(里山管理ゾーン)のコナラの優占する南東向き斜面林(立木密度8本/100㎡)を調査対象地とした。公園開園以前の斜面林では古くから材利用を目的とした針葉樹の植林や薪炭林利用がされており, 谷戸地形を活かして低地では水田が営まれていたが, 時代とともに管理放棄が進んだ。昭和62年から里山の風情を残す場所を「自然生態観察公園」として整備され, 平成10年に全面開園された。開園後は公園内の一部では, 市民によるボランティア活動により雑木林管理を行っている。

本調査対象地では, 公園開園時平成10年度から平成14年度まで市民参加イベントとして定期的に, 下草刈り・落葉掃きを年に1~2回, 萌芽更新のための除伐を2年に1~2回行っている。平成15年度からは定期的な管理を休止している。しかし枯れた樹木については来園者への安全のため, 不定期に任意で公園管理作業員によって伐採が行われている。調査は管理休止後1~3年目に行った。

図-1 座間谷戸山公園 調査対象範囲

表-1 調査及び実験対象地概要

	大学林	座間林
林地面積	1800㎡	6000㎡
調査面積	1500㎡	1320㎡
緯度	35° 29' 37.41''	35° 29' 07.85''
経度	139° 28' 01.16''	139° 24' 12.02''
年平均気温	15.6°C ¹¹⁾	15.0°C ¹²⁾
年間降水量	1976mm ¹¹⁾	2078mm ¹²⁾
土壌水分*	29.5~51.0%	24.2~43.8%
立木密度	5本/100㎡	8本/100㎡
コナラ樹幹齢	40~50年	30~60年

(* 土壌水分計(DIK-311A)により, 大学林06年2月, 座間林05年12月測定)

* 日本大学大学院生物資源科学研究科 ** 日本大学生物資源科学部

表-2 高木コナラ1本に対する落下したコナラ健全種子数

	No.	株立ち 本数	樹幹齢	樹高(m)	胸高直径 (cm)	枝張り(m) 短径 長径	健全種子数 (個/1m ²)
座間林	1	4	37	16.5	33.5	5.8 7.4	174.5
	2	2	41	14.5	24.5	5.7 6.6	7.5
	3	1	66	14.0	26.4	5.2 5.2	22.0
	4	1	—	16.0	26.8	4.8 6.7	18.0
	5	1	42	—	—	—	—
	6	2	27	—	—	—	—
大学林	1	4	39	13.0	25.0	10.2 11.0	8.0
	2	1	51	16.0	24.0	7.6 5.3	—
	3	1	43	15.5	38.0	10.9 10.6	—

図-3 座間林と大学林における積算日射量

図-4 座間林と大学林における落葉層厚の変化

*各調査地3回測定、その平均値を示す。

図-5 座間林と大学林の土壌硬度

(2) 日本大学構内コナラ林 (以下大学林)

神奈川県藤沢市所在の日本大学生物資源科学部キャンパス内のコナラが優占する林 (立木密度 5 本/100m²) を調査対象地とした。対象地が大学の管理下になる以前に萌芽更新が行われていたという記録は見つからなかったが、コナラ樹幹齢は 39~51 年であり、最終施業は 40~50 年前であると考えられる。大学の管理下になってからは、園路部分については年に 1~2 回、下草刈り・落葉掻きが行われているが、調査を行ったのは園路以外であり、あらゆる管理が行われていない場所を対象地とした。

3. 調査及び分析方法

(1) 座間林

(i) 調査区の設定

図-1 に座間谷戸山公園調査対象地図を示す。斜面の上部から下部に向かって植生の変化を把握するためにベルト状に調査区を設けた。2003 年春に予備調査を行い、林床の落葉被覆率、林床の相対植生、地形の違いによりベルト A (2m×50m)・B (2m×30m)・D (2m×30m) を、2004 年春にベルト C (2m×30m) を設定した。2004 年春に実生数の概査を行った結果、ベルト B・C・D では実生がほとんど確認されなかったことから、以下、コナラ実生についてはベルト A についてのみ考察する。

(ii) 調査内容

ベルト A・B・C・D において、2003 年 9 月に各ベルトの左右を 5m 広げた 12m 幅のベルト 3 ヶ所 (A・B・D) について毎木調査を行った。そのうち、高木コナラ 5 本を選び、2005 年 10 月に成長錐を使って樹幹齢 (正確には、林冠構成幹の最終萌芽更新後の経過年数) を測定した。測定した幹 1 本につき複数回測定したが、読みとれた値の最大値を樹幹齢とした。また同公園内では、調査対象地と同様のほぼ同じ斜面方位に位置し、クヌギ・コナラの萌芽更新の様子を観察するために設けられた林「クヌギ・コナラ観察林」 (以下、観察林とする) において、平成 3 年に樹齢調査が行われている¹⁴⁾。公園に観察林を造成する際、毎木調査とともに、観察区として設定する部分の高木コナラ・クヌギは伐採されたため、伐採されたサンプル個体について樹幹齢調査が行われた。調査対象地で今までに樹幹齢を調査した例はなく、正確な樹齢測定や、調査対象地で樹木を伐採する方法は困難であるため、観察林のコナラ樹幹齢を調査対象地のコナラ樹幹齢の推定に用い、考察した。

ベルト A については特にコナラ実生の多く見られた斜面の上部から 10m の範囲をサブプロットとして設定し、2003 年 7 月~2004 年 8 月にコナラ実生のカウントを行った。地上部に芽が出たものを出芽個体とした。成長量を調べるため、2003 年 7・10・12 月にコナラ実生全個体の樹高と地際直径を測定した。この測定では、コナラ実生の幹 (上胚軸) の落葉層から約 1cm の高さを地際として測定し、現存量を求めた。本来現存量は乾重量で示すが、乾重量と D²H との間にやや相関があるという結果¹³⁾から、本研究では D²H を現存量の推定値として用いた。以下 D²H を現存量と呼ぶ。

また 2005 年 12 月にコナラ 4 個体について落葉層に含まれるコナラ種子数のカウントを行った。予備調査で落下した種子が多かった範囲、母樹から 2m~4m の範囲 (1m×2m) を対象範囲とし、その範囲の落葉層に含まれる種子のうち、虫害・発育不全種子・内部が腐食している種子を不健全種子とし、形状から明確に当年産と判断できる健全種子のみをカウントした。種子の選別は橋詰⁵⁾の調査方法を参考にした。

環境調査として、オプトリフ (大成化工社製 Y-1W, T-MATER THS-470) を用い、2003 年 10 月 1 日~9 日と 2004 年 7 月 22 日~29 日の 1 週間の積算日射量を測定した。また、落葉被覆が実生の生育に影響を及ぼすことを考え、落葉層表面から竹串を刺し、落葉層表面から地面に達するまでの距離を落葉層厚とし、2003 年 4 月~2005 年 12 月に測定を行った。土壌環境の調査として、土壌硬度と土壌含水率の測定を行った。土壌硬度は小型貫入試験器を用い、4cm ごとの貫入に要する打撃回数 (N4 値) を記録する方法で、2003 年 5 月にサブプロット付近を無作為に 3 箇所を選び、測定を行った。土壌含水率は土壌水分計 (DIK-311A) を用い、実生の生育調査をしたサブプロット内を無作為に 20 箇所を選び、落葉層下の土壌水分率を測定した。

(2) 大学林

(i) 実験区の設定

2001 年 11 月下旬、コナラの優占する林の林床に、林内から収集した落葉落枝を 5cm 厚に敷き均して 2m×2m の方形区を作り、落葉落枝飛散防止のため 4 隅に木杭を打ち込み、外周をビニール繊維の網で囲んだ実験区を設置した。また、落葉落枝のない裸地に対象区を設置した。

(ii) 調査内容

大学林においては、コナラの成長動態を調べるため、2002 年

図-6 コナラ健全種子平均重量

図-8 コナラ実生1個体あたりの平均現存量

図-7 コナラ実生生残個体密度

図-9 コナラ実生1m²あたりの合計現存量

4月～12月と2003年4月～10月に実験区から出芽したコナラの
実生の生残・枯死のカウントを座間林と同様の方法で行った。
2003年には、前年に出芽したコナラの生残・枯死のカウントを
続けるとともに、新たに出芽した実生の確認を行った。成長量
を調べるため、2002年7・10・12月、2003年4・6・8・10月に、
座間と同様の方法で測定を行い、現存量を求めた。

2005年12月に座間と同様の方法で落葉層に含まれるコナラ種
子数のカウントを行った。なお、大学林では予備調査で種子がほ
んど確認できなかったため、種子数カウント調査はコナラ1本
のみの調査である。

また環境調査として座間と同様の方法で、2004年7月22日か
ら29日までの1週間の積算日射量を測定、2003年5月～2005年
12月に落葉厚の測定を行った。土壌環境調査として座間と同様
の方法で、2005年12月に土壌硬度、2006年2月に土壌含水率測
定の測定を行った。

4. 調査結果と考察

(1) 座間林

(i) 資料からの樹幹齢推定

座間谷戸山公園内の調査対象地とほぼ同じ緯度、斜面方角に位
置する「観察林」において、平成3年に行われた樹齢調査結果¹⁰⁾
からコナラ平均樹幹齢を求めると、32年であり、それから14年
経った現在では46年と推定される。平成3年の毎木調査の結果¹⁰⁾
から、調査対象地(座間林)と観察林における平成3年当時の
コナラの平均樹高と平均胸高直径はそれぞれ、調査対象地(座
間林):15.8mと30cm、観察林:13.6mと21cmであり、調査対象
地の個体がやや大きい。その結果から、調査対象地のコナラ樹幹
齢はそれと同年かそれ以上と考えられる。

(ii) 成長錘によるコナラ樹幹齢測定

表-2の一部に測定を行ったコナラ5本の樹幹齢を示す。コナ
ラの樹幹齢は、27年～66年であった。2本株立ちのものは萌芽
更新のため除伐が繰り返されてきたものであると考えられ、1
本株立ちのものは最終施業時に伐採されなかった個体であるか、
それ以前からも除伐されてこなかった個体であると考えられ、最
終施業から少なくとも30年が経過していると推察された。コナ
ラは伐根齢(樹齢)25年前後で萌芽能力が最も高く、樹齢

40～45年以上で萌芽枝が発生しないとされている^{5) 6)}。対象とし
たコナラ個体のほとんどが樹幹齢30年を超えているので、最短
の伐期齢を10年としても伐根齢(樹齢)は40年以上と考えられ
る。従って、萌芽能力は低いと考えられる。

(2) 座間林と大学林の比較

(i) 積算日射量

図-3に座間林と大学林における積算日射量を示す。座間林と
大学林の間に若干の差はあるものの、コナラの優占する林という
条件であり、ほぼ同じ日射量であるが、夏季の日射量は大学林の
方がやや高く、この差は立木密度の違いによるものであり、これ
らがコナラ実生の成長に影響を与えていると考えられる。

(ii) 落葉層厚の変化

図-4に座間林と大学林における落葉層厚の変化を示す。大学
林は調査頻度が少ないため、年間を通した経年変化について言及
はできないが、座間林では調査を始める直前2002年秋季までは
落葉掻きが行われていたため、2003年春季は5cm以下であるが、
その後増加した。2004年8月の減少は、雨滴などによる落葉層
の圧縮と一部腐食によるものと思われる。両区の同時期の測定値
で見ると、2003年12月は座間林:4.5cm、大学林:5.2cm、2005
年12月では座間林:7.6cm、大学林:9.6cmであり、両区の落葉
厚に差が少ない結果であった。これらより、落葉厚は年変動があ
るものの、落葉樹木の葉がほぼ全て落葉したと思われる時期には、
両区とも5～10cm厚程度の落葉が堆積することがわかった。

(iii) 土壌含水率と土壌硬度

両区における土壌含水率を表-1の一部に示す。座間林:24.2～
43.8%、平均39.2%±6.0、大学林:29.5～51.0%、平均37.9%±
7.0であり、両区にあまり差がない結果であったが、平均では若
干大学林が低い結果であった。

両区における土壌硬度を図-5に示す。座間林は表層から深く
なるにつれて硬くなっていく一般的な土壌硬度変化を示すのに対
し、大学林は表層が硬く、深くなるにつれて柔らかくなるという
結果であった。表層に違いがあるものの、深さ20cm以下の土壌
硬度は両区ともほぼ同じであった。このことから、大学林の表層
土壌は、大学の敷地として整備された際に造成圧等を受けた可能
性が高いと思われる。この点で大学林の土壌条件は実生の根の伸
長には不利の側にあると考えられる。

(iv) 落下したコナラ健全種子数

表-2の一部に高木コナラ1本に対する1㎡あたりの落下したコナラ健全種子数の平均値を示す。コナラの個別総健全種子数は、ほぼ同一環境下にある林冠構成個体であっても、胸高直径、幹長、樹齡、樹幹投影面積との間に、明瞭な相関関係はみられない⁴⁾とされているが、本調査でも同様の結果であった。座間林No.1のコナラの樹冠下で合計174.5個/㎡と最大であったが、これは1㎡当たり健全種子数9.2~60.3個という報告⁵⁾、0~54.2個という報告⁴⁾、13~150個という報告¹⁵⁾と比べてもかなり多い結果であった。橋詰¹⁶⁾の調査では、豊作年には1㎡当たり200個以上も健全種子が林床に落下するとの報告もあることから、これらの結果は、2005年が豊作であったこと、また、ネズミによる貯食の可能性等も考えられる¹⁷⁾。コナラは樹木の大きさ(胸高直径)と比例して種子生産数が増加するタイプである¹⁶⁾とされているが、今回調査した個体について考えると、座間林No.1コナラは胸高直径・樹高ともに最大であり、このことが落下種子数最大の要因であるとも考えられる。一方、大学林のコナラ種子数は少なかった。コナラの種子生産量は個体間の差が大きく、少数の種子トラップからの生産量の推定は危険であり、結果の数量的な絶対値や傾向が豊作年のものか否かについてはあきらかではない⁴⁾とされているように、今回の調査だけでは調査した林全体のコナラ種子生産を判断することは難しかった。しかし、コナラ個体の種子生産を見ると、対象としたコナラ個体のほとんどが樹幹齡30年を超えた個体であることから、伐根齡(樹齡)は40年以上と考えられるが、特に座間林では、それらのコナラ個体でも十分に種子生産を確認することができた。

(v) コナラ健全種子平均重量

図-6にコナラ健全種子1個体あたりの平均重量を示す。座間林1.50g±0.25、大学林1.91g±0.41と大学林のコナラ種子の方が重い結果であった。実生重と種子重との間に正の相関があるとされていることから¹⁰⁾、この差がコナラ実生の成長に影響を与えていると考えられる。

(vi) コナラ実生の生残個体密度

図-7にコナラ生残個体密度を示す。両区の出芽後約1年5ヶ月のコナラ生残個体密度を比較すると、座間林3.15個/㎡、大学林2.75個/㎡とほぼ同じであった。これまでの実験で落葉層が厚すぎると出芽・実生の生残個体数が少ないこと⁹⁾、林内では5~10cm敷き均しが効果的であること⁷⁾がわかっており、場所が異なる林でも、林内で落葉層厚が5~10cm程度の条件下では、コナラの生残個体数はほぼ同じであることがわかった。

実生が出芽した前年秋季の種子生産については調査を行っていないため、種子生産全体に対する出芽実生の生残個体密度については言及できないが、出芽する前年秋季の種子生産量に関らず、また、林床の環境条件がこの程度の差であるならば、春季に出芽しその後生残できる個体数密度は、1㎡あたり3個前後であることがわかった。

(vii) コナラ実生の現存量

図-8にコナラ実生1個体あたりの平均現存量を、図-9に1㎡あたりの合計現存量を示す。大学林は2002年12月、座間林は2003年12月測定値であり、両区とも出芽後約9ヶ月目の値を示す。1個体当たり、1㎡当たりどちらを比較しても大学林の現存量が大きい結果となった。これは、夏季の日射量が多いことが影響していると考えられる。また実生重と種子重との間に正の相関があるとされているように¹⁰⁾、測定年度が異なるが、同じ母樹から供給された種子であることを考慮すると、コナラ種子の重量は大学林コナラの方が重い結果であったことが実生の現存量に影響を与えているとも考えられる。

5. まとめと今後の課題

コナラの種子生産について、コナラから落下する健全種子数には、地域個体差・年較差が大きいとされており⁴⁾、今回の調査だけでは調査した年の豊凶が明らかでないため、落下した健全種子数による両区の比較は難しかった。またコナラは伐根齡(樹齡)40~45年以上で萌芽枝が発生しないとされ⁵⁾⁶⁾、測定した個体は樹幹齡37年、樹齡は40年以上と考えられる個体で萌芽能力は低いと考えられるが、座間林では十分な種子生産を確認することができた。

林内で落葉層厚約5~10cmという条件下でのコナラ実生生残個体密度は座間林も大学林もほぼ同じであったが、大学林の土壤条件は座間林よりも不利であるにもかかわらず、種子重量が大きく、出芽後9ヶ月目の実生の現存量は大きい結果であった。これらの要因として、大学林が座間林より立木密度が低く、夏季の日射量が高いということがコナラの種子重量、実生成長に好影響を与えたことが考えられる。また、この程度の土壤条件の差よりも、日射量の差の方が実生の現存量には大きく影響していると考えられた。

今後の課題として、生残する実生のその後の成長経過を観察し、里山コナラ林の更新の方法を考察すること、新たな実生の導入が必要な場合には、その方法と実生育成管理の手法を検討することなどが考えられる。

補注及び引用文献

- 1) 久野春子・新井一司・細木大輔・深田健二(2001):都市近郊林の林床管理の有無による植生と環境の特徴 その2林床の光、気温、地温および土壤条件の特徴:日本緑化工学会誌 27(1), 20-25
- 2) 根本淳・中島淳司・中尾史郎・山田宏之・養父志乃夫(2004):踏圧裸地化したコナラ二次林床復元のための立ち入り禁止措置の効果に関する実験的研究:ランドスケープ研究 67(5), 559-562
- 3) 松浦光明・東季実子・小林達明(2005):狭山丘陵のコナラ二次林における伐採・下刈管理と草本層種組成の関係:日本緑化工学会誌 30(1), 121-126
- 4) 沖津進・高橋啓二・池竹則夫(1985):落葉広葉樹二次林におけるコナラの種子生産:千葉大園学報 36, 149-155
- 5) 橋詰隼人(1987):コナラ二次林における種子生産:広葉樹研究 No.4, 19-27
- 6) 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齡と萌芽能力との関係:日林誌, 68, 127-134
- 7) 柏木亨・吉田博宣・勝野武彦(2003):落葉落枝層を活用した樹木種子の出芽と実生の成長過程:日本緑化工学会誌 29(1), 223-226
- 8) 宮本美咲・岩田朋子・守屋光子・吉田博宣・勝野武彦(2004):落葉敷均し区から出芽した木本類の成長動態:日本造園学会関東支部大会事例・研究報告集第22号, 25-26
- 9) 岩田朋子・吉田博宣(2005):落葉層から出芽したコナラ実生の初期成長過程:ランドスケープ研究 68(5), 701-70
- 10) 阿部信之・橋本良二(2005):コナラ果実に対する落葉被覆が実生の発生と成長に及ぼす影響:日本緑化工学会誌 30(4), 632-638
- 11) 藤沢市 2003 年度統計年報
- 12) 座間市 2003 年度統計要覧
- 13) 平沢梢(2004):落葉の厚さとカシ類種子の出芽・成長に関する研究:日本大学生物資源科学部卒業論文
- 14) 神奈川県相模原土木事務所(1990):県立座間公園コナラ林谷戸公園自然環境継続調査報告書, 116-118
- 15) 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:日本生態学会誌 32, 227-240
- 16) 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 No.4, 271-290
- 17) 亀山章(1996):雑木林の植生管理—その生態と共生の技術—:ソフトサイエンス社, 26-139