

## 研究資料

## 植栽木の天然更新

—鳥取大学構内のケヤキ稚樹の消長と成長—

佐野 淳之\*・菊池 謙作\*\*

## Natural Regeneration of Planted Trees

- Survival and Growth of *Zelkova serrata* Seedlings at the Tottori University Campus -

Junji SANO\* and Kensaku KIKUCHI\*\*

## 要 旨

人工的に造成・管理されているケヤキの天然更新の現状を明らかにし、稚樹の定着の可能性について考察した。鳥取大学構内のケヤキ植栽木と天然更新した幼樹および稚樹のサイズを測定し、稚樹の成育環境を評価するために照度、C/N比、含水率を測定した。稚樹の生残率は、相対照度20%未満で約50%であったが、相対照度20%以上では80%以上を示した。D-H関係の解析より、植栽地で発芽した稚樹でも、幼樹を経て、植栽木のような成木になる可能性が示唆された。稚樹の生残には、土壌条件よりも光環境の影響の方が強いと考えられた。稚樹密度と下胚軸長および根長が正の相関を、相対照度と二次伸長率が負の相関を示した。冬芽数と苗高、 $D_0$ 、二次伸長率が正の相関を示した。植栽地における稚樹の成育は、人為的影響がなければ可能であると推察された。稚樹がより良い成育をするためには、自然状態に近い土壌の発達を促し、相対照度が20%以上の環境を作る必要がある。

キーワード：ケヤキ、C/N比、生残率、相対照度、稚樹の形質、D-H関係

## I. はじめに

森林に代表される自然は、これまで特に都市域で減少の一途をたどってきた。都市域での自然は、失われつつある生態的多様性を保全する場としてのみならず、自然の仕組みや人と自然との関係を理解し、自然に対する愛情やモラルを育成する環境教育という面からも欠かせない(増原, 1994)。そのため、自然と人間社会についての広範な分析と深い洞察に基づいて、人間の多様な活動に対応しうると同時に、生態学的に調和のとれた新しい景観美の創出が求められている(小野, 1995)。日本の都市公園の場合、これまでは生態的多様性に関心が置かれる場合は少なかったが、生きものに配慮した植生管理計画を立案し、モニタリングとフィードバック

\*鳥取大学農学部附属演習林 (〒680-8553鳥取市湖山町南4-101)

E-mail: jsano@muses.tottori-u.ac.jp

Tottori University Forests, Faculty of Agriculture, Tottori University, Tottori, 680-8553, Japan

\*\*京都府峰山地方振興局 (〒627-0011京都府中郡峰山町丹波中嶋855)

Kyoto Prefectural Mineyama Regional Promotion Office, 855 Tanba-Nakajima, Mineyama-cho, Naka-gun, Kyoto-fu, 627-0011, Japan

クを繰り返しながら、生きものの豊かな、自然そのものを楽しめる公園にすることが望まれるようになってきた(倉本, 1996)。

自然的景観を人工的に造成するための樹木の植栽は、その地域の自然的立地条件に影響を受ける。もし、その地域から導入された樹種からなる様々な植栽木が天然更新し、稚樹がその場所に定着していくことができるなら、生態的多様性は高まり、自然の森林生態系に近づいていく可能性がある。それを検証するためには、植栽された樹木が、人工的な状態で更新可能かどうかを検討しておく必要がある。とくに、種子の発芽から稚樹の定着にかけての時期は、植物の生活史のなかで最も死亡率の高い不安定な段階(小山・林田, 1990)なので、この時期の稚樹の動態は、天然更新の可能性に大きな影響を与えると考えられる。さらに、今後の地球規模での環境変動に対してそれぞれの樹種がどのような対応を示すかという点においても、現在の樹木が与えられた環境の中でどのように更新していくかを明らかにすることはとても重要な課題である(Hogg and Schwarz, 1997)。鳥取大学構内に植栽されているケヤキ(*Zelkova serrata* (Thunb.) Makino)は、日本の山野に広く自然分布する樹種であり、古くから街路樹や公園木として都市域にも植栽されてきた。しかし、これまでケヤキ植栽木の天然更新について論じた研究は少なかった(安藤, 1988, 前田ら, 1990)。

本報告では、鳥取大学構内のケヤキ植栽木と幼樹のサイズに関する調査、および周辺に成育する稚樹の消長と成長に関する調査から、人工的に造成・管理されている環境下でのケヤキの天然更新の可能性について考察した。

## II. 調査地と調査方法

### 1. 調査地

植栽されたケヤキ(以後、植栽木とよぶ)の調査は、鳥取大学湖山キャンパスの構内全域で行った。植栽関係者への聞き取り調査によると、これらのケヤキが植栽されたのは昭和42年(1967)の春で、一部については補植および移植が行われた。なお、植栽木には、種子から3年で幹周り18cmにし、あと1年すなわち4年生で出荷されたものが用いられ、出荷時の樹高は約4mとのことである。植栽木の管理については、適宜落ち葉の回収と剪定が行われているが、施肥は行われていない。植栽木から天然更新したと考えられる当年生以外のケヤキ(以後、幼樹とよぶ)の調査は、正門前、本部前、農学部中庭で行った。植栽木から天然更新したと考えられる当年生のケヤキ(以後、稚樹とよぶ)の調査は、鳥取大学附属図書館の横と裏および共通教育棟前で行った。

### 2. 調査方法

植栽木の調査については、構内に植栽されているケヤキのすべて(65本)を対象に、胸高直径(DBH)と樹高、樹冠幅、枝下高を測定した。幼樹(11本)については、胸高直径と樹高を測定した。また、稚樹については、以下のような方法で調査した。(1) 図書館裏に1m<sup>2</sup>の方形区を4カ所(PLOT 1~4)、共通教育棟前に、0.25m<sup>2</sup>の方形区を1カ所(PLOT 5)、図書館横に1m<sup>2</sup>の方形区を2カ所(PLOT 6, 7)設置した。傾斜はなくすべて平坦な立地条件である。(2) 方形区内の稚樹の本数を週1回の割合で数えた(調査日:1996年5月28日~10月9日)。(3) 方形区をテープで25(5×5)個のメッシュに区切り、その交点に最も近い稚樹に針金を巻いて印をつけた。印をつけた25本の稚樹の伸長成長量を2週間に1回の割合で

測定した。方形区内に成育する稚樹が25本に満たなかった場合は、すべての稚樹を測定対象とした（調査日：1996年7月25日～10月9日）。（4）印をつけた稚樹のうち、調査終了日に生存していたもの（枯死していた場合は、その枯死した稚樹に距離が最も近い稚樹）を掘り取り、形質を測定した。最初の分根が発生しているところから下を地下部とし、それより上を地上部とした。地上部は葉と幹枝に分け、苗高、根元直径（ $D_0$ ）、下胚軸長、根長、葉面積を測定し、葉数と冬芽数を数えた。また、それらの稚樹が二次伸長しているかどうかを記録した。その後、65℃で24時間乾燥した後で重量を測定した。（5）方形区内の稚樹の成育環境を把握するために、照度（調査日：1996年8月7日）を測定した。方形区内5ポイント（4隅と中央）で測定した照度を平均し、開放地での照度との比から相対照度を算出した。また、採土管によって地際から5 cmまでの土壌を採取し、80℃で24時間乾燥してC/N比および含水率（調査日：1996年10月22日）を求めた。

### Ⅲ. 結果と考察

#### 1. 植栽木と天然更新した幼樹のサイズ関係

植栽木のサイズを表1に示す。1967年に植栽されてから調査時の1996年まで29年（発芽してから33年）で成長したサイズである。胸高直径の最大値は約56 cm、樹高の最大値は約15 m、樹冠面積の最大値は約189 m<sup>2</sup>であった。それぞれの最小値は小さく、SDにも表れているように、サイズのばらつきは比較的大きかった。孤立木の状態で成育している個体が多いため、枝下高に関しては、ほぼ一様に低い値を示した。

表1 植栽木のサイズ（n=65）

	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	樹冠面積* (m <sup>2</sup> )	枝下高 (m)
平均	34.96	11.69	69.25	2.33
SD	10.57	1.98	36.93	0.47
最大	56.0	15.3	188.5	3.5
最小	15.8	7.3	20.9	1.1

\*2方向の樹幹幅データより、だ円近似して求めた。

植栽木から得られたデータを非線形回帰分析によって拡張相対成長式（Ogawa et al., 1965）にあてはめた（図1）。係数のAは構成樹種の耐陰性を表し、hは樹高に頭打ちが見られる以前の曲線の傾きに相当する（荻野, 1975）。またH\*は、樹高の限界値であり、環境（立地）の関数ともいわれる（小川, 1969）。ここでの係数値は、耐陰性の高い樹種からなる極相林に近い値（小見山, 1977）であり、ケヤキ個体群が安定した構造をもっていることを示している。またH\*の値より、将来的には樹高が約22 mまで成長可能な立地条件であることを示している。

聞き取り調査より、1967年に植栽された当時のケヤキ苗木の平均樹高は約4 m、胸高直径は約5.7 cm（図1の■）とのことであった。植栽木のデータから得られた拡張成長式に植栽時の胸高直径をあてはめて樹高を推測したところ4.28 mと実際の樹高と近い値になったことから、この式の係数値の信頼性は高いといえる。さらに、天然更新した幼樹のデータ（図1の○）は、拡張相対成長式による曲線によく適合していた。そこで、拡張相対成長式によって推定した樹高と幼樹の実測値との関係を図2に示す。ここでの決定係数は、0.92と高い値を示したことから

ら、幼樹を含めたケヤキのサイズ関係は予測可能性が高く、幼樹も植栽木と類似したD-H関係で成長していくと考えられる。ただし、植栽されたケヤキは、苗畑という好条件の場所で、4年間で胸高直径約5.7cm、樹高約4mまで成長していた苗木であった。一方、これらの更新した幼樹は、年輪を計測したところ4年以上あったので、天然の幼樹の方が成長が悪いと推察できる。しかし、被圧された状態で何年間も耐えながら、植栽木と同様のD-H関係を維持していたので、もし被圧から解放されたら、類似した形状比を示しながらこの曲線に沿って成長していくと推察される。したがって、稚樹期を乗り切ることが、その後のケヤキの生残にとって最も重要であると考えられる。

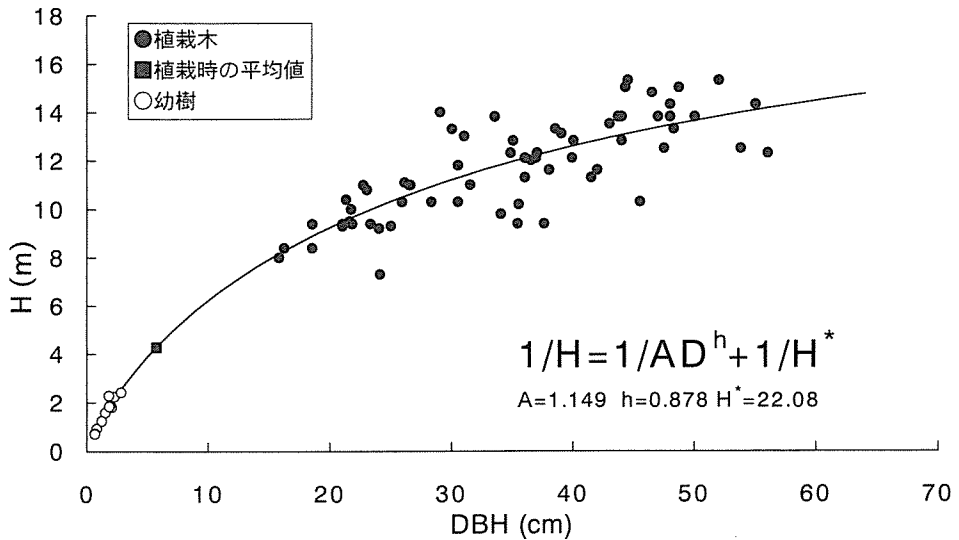


図1 D-H関係. 拡張相対成長式の係数は植栽木のデータに基づいて求めた

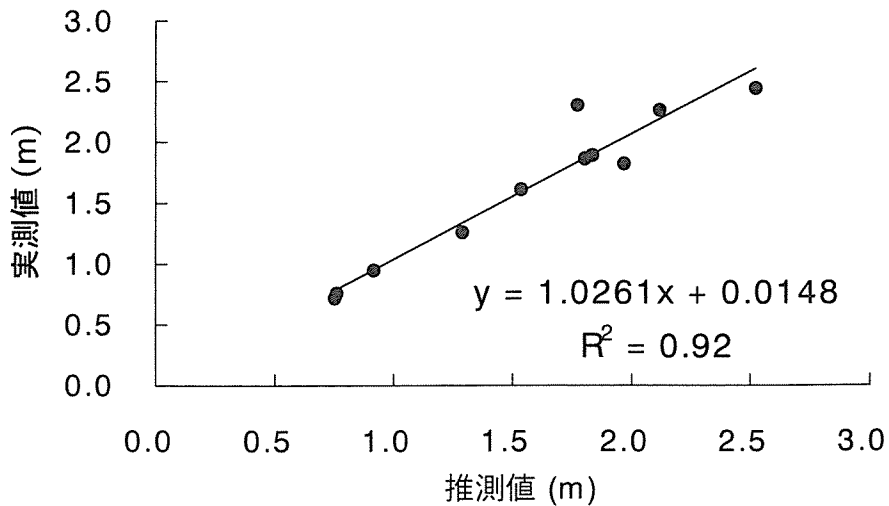


図2 植栽木の拡張相対成長式から推定した幼樹の樹高と実測値の関係

## 2. 稚樹の成育環境

稚樹の成育環境を表2に示す。相対照度の平均値は、最も低い PLOT 6で約12%、最も高い PLOT 5で約34%であった。ケヤキの当年生苗木を使った過去の研究では、相対照度5%区でも枯死率は13%と低く、ケヤキ稚苗の耐陰性はかなり強いとしている(片倉, 1993; 橋詰, 1994)。したがって、本調査地では、相対照度の平均値からみる限り、稚樹の成育に対して大きな制限要因とはなっていないことを示している。なお、含水率は、PLOTによって大きな違いは認められなかった。稚樹密度は PLOT 5で極めて高い値を示したが、他の PLOTでは総じて低く、とくに相対照度の低い PLOT 6と7で低い値を示した。

表2 稚樹の成育環境

PLOT	相対照度 (%)		C/N比			含水率			稚樹密度 (m <sup>2</sup> )
	平均	SD	C (%)	N (%)	C/N比	生重量(g)	乾燥重量(g)	含水率(%)	7月10日
1	25.49	5.39	1.351	0.090	15.011	60.17	45.66	24.12	63
2	23.44	5.54	1.638	0.113	14.496	60.02	47.39	21.04	53
3	24.75	7.49	2.104	0.119	17.681	60.43	46.40	23.23	731
4	24.92	2.81	1.815	0.126	14.405	60.32	45.35	24.81	205
5	34.43	15.13	0.571	0.038	15.026	60.09	44.71	25.59	2176
6	11.59	6.15	2.078	0.124	16.758	60.19	45.32	24.71	57
7	13.01	3.49	2.114	0.139	15.209	60.24	50.60	16.00	16
平均	22.52	10.39	1.667	0.107	15.512	60.21	46.49	22.79	471.6

CおよびNの量は、森林土壌の値(河田, 1989)と比較すると低い値を示した。また、Nの量を、日本造園学会の示す植栽地における土壌評価因子の分級(松井・岡崎, 1993)で評価すると、PLOT 5以外は良以上という評価になった。しかし、PLOT 5のようにCおよびNの含量が異常に少ない場合以外は、CとNの含量の多少は、土壌の肥沃土の指標にはならないといわれている(河田, 1989)。そこで、土壌中のNの無機化の強弱と負の相関性を示すC/N比(河原, 1970; Jones and Parson, 1970)を求めた。有機態を無機化する分解が進むと、最終的には、菌体のC/N比に等しい約10前後の状態を維持すること(河田, 1989)から、本調査地はこの段階に近い状態にあると考えられる。

以上のことから、本調査地の土壌は、C/N比の値としては良好であるが、CおよびNの含量が少なく、また、ケヤキの成育適地は、砂礫質の崩積土で、土壌層が深い肥沃な谷間であること(山路, 1985; 橋詰, 1987)からも、今後自然状態に近い土壌の発達を促す必要があるといえる。

## 3. 稚樹の生残率

PLOTごとの生残率を図3に示す。発芽の遅れによる稚樹数の増加がなくなった時点(7月9日)での生存数を100として生残率を表した。ケヤキの種子発芽は、条件の良い所では3月下旬ごろに一斉に発芽するといわれている(山路, 1985)が、本調査地では、7月上旬まで発芽が遅れる個体も観察された。

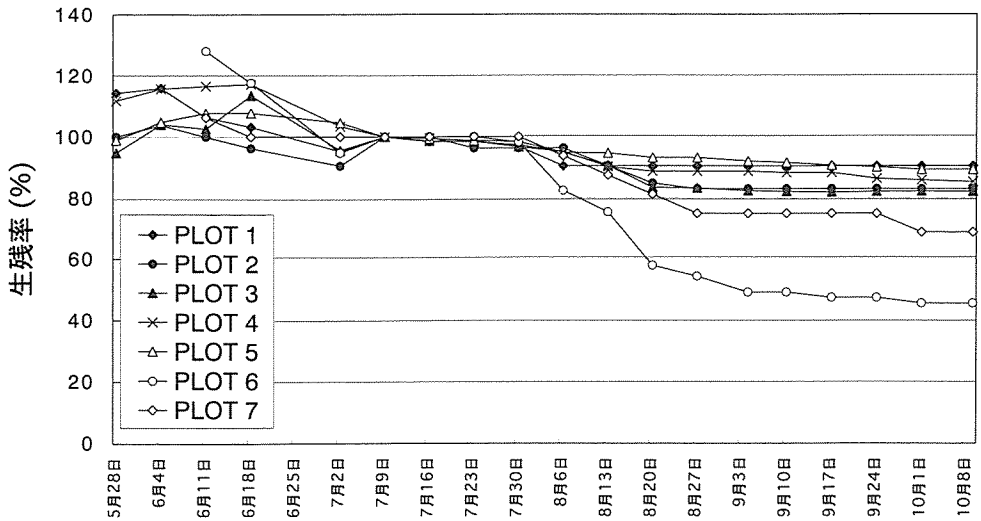


図3 プロットごとの稚樹の消長。生残率は、個体数の増加が止まった7月9日を100とした相対値で表した

種子発芽から実生定着までの段階は、死亡率が最も高い不安定な段階であり、この不安定な段階における実生の危険回避手段のひとつとして、発芽時期に集中や分散がみられ、樹種によって実生の発生パターンが異なる。例えば、林内などの比較的環境が安定している立地で成育するトドマツやアカエゾマツなどの種子発芽は、ある時期に一齐に起こる。一方、環境変動が大きいギャップに成育するカンバ類などの樹種の種子の発芽は、春から晩秋までの長期間を通して起こる（小山・林田，1990）。ある樹種について発芽時期が長期に及ぶことは、種子の休眠打破に要する期間に大きな差があることを示している（木佐貫ら，1995）。したがって、本調査地でケヤキ稚樹の発芽時期が長期に及んだ理由は、ケヤキ稚樹にとって、本調査地の環境が不均質であることを示唆している。

稚樹の枯死に関与する要因として、陽光不足、乾燥害や菌害が考えられる。ケヤキの菌害には、ニレ立枯病がある。ニレ立枯病は、水分の上昇または吸収が妨げられ、植物の1部または全体が萎れる現象のことである。また、ケヤキの褐斑病菌の菌は、罹病葉上で越冬して、翌春その上に分生胞子を作り、それが伝播、感染の役目をはたす（赤井，1970）。本調査地において相対照度の平均値が20%以上の PLOT 1～5 では、乾燥害・菌害の発生しやすい7、8月でも、生残率の低下はほとんどなく、調査終了日まで80%以上の生残率を示した。一方、相対照度が20%以下の PLOT 6と7では、8月下旬まで生残率は低下し続け、50%近くまで低下した。このことから、光条件が稚樹の減少に関与している（橋詰・勝又，1985）と考えられる。本調査地では、相対照度の平均値は比較的高いにもかかわらず、平均相対照度の低い PLOT での生残率は低い値を示した。このことは、PLOT 内での照度のばらつきが大きく、照度の低い部分に成育していた個体が枯死したこと、および照度以外にも稚樹の減少に影響を与える乾燥などの要因によるためと考えられる。

どの PLOT でも9月以降の生残率の低下はほとんどなく安定していた。一般に落葉性広葉樹の生存と成長に必要な光強度は、稚樹の場合には約900 lux（相対照度8%）、個体が大きく

なると約1500 lux (相対照度15%) が一つの基準になること (小池, 1988) から, 本調査地の光強度は基準以上あると考えられる。しかし, 本調査地と同じ環境下での PLOT 外の稚樹は, 刈り取りや踏圧などの人為的影響を強くうけて, 調査終了時にはほとんど生残していなかった。なお, 構内で育成している幼樹のほとんどが, 人為的影響を受けない溝の中や低木の植え込みの下で観察され, これら中には相対照度が約1%で育成していた個体もみられた。

以上のことから, 鳥取大学構内に育成するケヤキ稚樹は, 人為的影響を受けなければ, 今後照度の比較的低い部分で個体数を減少させながらも更新していく可能性があると考えられる。

#### 4. 伸長成長

それぞれの PLOT における樹幹長の季節変化を表3に示す。どの PLOT でも成長速度が徐々に低下し, 9月に入るとほぼ伸長成長に頭打ちがみられ, 10月の時点で伸長成長は停止段階に入っていた。

表3 稚樹の樹幹長の変化 (cm)

PLOT	7月25日			8月9日			8月23日			9月8日			9月22日			10月9日		
	平均	SD	n	平均	SD	n	平均	SD	n	平均	SD	n	平均	SD	n	平均	SD	n
1	1.21	1.00	25	1.50	0.99	25	1.68	1.03	25	1.75	1.01	24	1.75	1.01	24	1.71	1.01	23
2	1.58	1.68	25	1.93	1.67	25	2.17	1.70	23	2.17	1.71	23	2.17	1.71	23	2.17	1.71	23
3	2.61	1.45	25	3.24	1.60	25	3.34	1.70	24	3.57	1.73	24	3.62	1.80	23	3.62	1.80	23
4	2.22	1.34	25	2.59	1.32	25	2.71	1.30	25	2.76	1.29	25	2.81	1.31	23	2.81	1.31	23
5	1.47	1.26	25	2.11	1.33	24	2.55	1.43	24	2.68	1.52	24	2.69	1.52	24	2.69	1.52	24
6	2.73	1.33	25	3.29	1.42	21	3.79	1.45	16	3.99	1.42	15	4.01	1.43	15	4.02	1.40	13
7	4.56	2.57	15	5.43	2.49	13	6.06	2.72	10	6.54	2.55	10	6.72	2.72	10	6.74	2.73	10

ケヤキの苗木の成長と陽光量との関係については, 樹高成長は全陽光下で最も良く, 相対照度の低下に伴って減少するという研究 (落合, 1985) と, 全陽光下より弱度の庇陰下で成長が良いという研究 (片倉, 1993) がある。また, ケヤキ当年生苗木の伸長成長は, 5月下旬~6月上旬, 7月および9月上旬が旺盛であるという研究 (橋詰, 1994) もある。本調査地では, PLOT の相対照度にかかわらず同ような傾向で伸長成長量が低下する季節変化を示した。また, 相対照度の平均値が低かった PLOT 7 で最も樹幹長が長く, 相対照度と樹幹長に明確な関係はみられなかった。

#### 5. 形質

PLOT ごとの稚樹の形質を表4に, 乾重および T/R 率を表5に示す。相対照度がもっとも高く C と N が低かった PLOT 5 での下胚軸長と根長は大きな値を示したが, 相対照度が低く C と N が大きかった PLOT 6 と 7 および PLOT 3 で苗高,  $D_0$ , 冬芽数および乾燥重量が比較的大きな値を示した。PLOT 6 と 7 の生残率は他と比較して低かった (図3) ので, 成長の悪い個体の枯死により, 結果として平均値が増加した可能性がある。また, 照度が増加するにしたがって葉の形態が変化する傾向 (橋詰, 1994; Orwig & Abrams, 1995) は明らかではなかった。これらのことは, 光環境は稚樹の密度に大きな影響を与えるが, 形質や成長について

表4 稚樹の形質

PLOT	苗高 (cm)		D <sub>0</sub> (mm)		下胚軸長 (cm)		根長 (cm)		葉数		冬芽数		葉面積 (cm <sup>2</sup> )		二次伸長 個体の割合 (%)
	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	
1	4.06	1.14	1.18	0.16	2.42	0.56	5.41	1.38	3.88	1.27	3.44	1.17	2.61	1.37	60
2	4.83	1.63	1.38	0.19	2.58	0.48	6.16	1.71	3.84	1.74	4.76	2.21	3.39	2.12	40
3	7.38	1.93	1.40	0.25	3.92	1.02	6.40	1.30	6.08	2.51	6.68	2.05	8.87	5.44	80
4	6.54	1.60	1.46	0.26	3.83	0.78	6.23	1.35	5.28	2.22	4.96	1.66	5.17	2.96	56
5	8.20	2.12	1.39	0.21	5.55	1.28	6.69	1.05	4.24	1.36	4.92	1.57	6.19	2.53	32
6	8.61	2.10	1.63	0.39	4.07	0.84	5.92	2.09	4.07	2.91	7.43	2.72	4.36	3.80	100
7	10.60	3.29	1.80	0.56	3.84	0.91	5.82	1.36	5.70	1.79	10.50	4.88	7.68	4.98	100

表5 稚樹1本当たりの乾燥重量

PLOT	根 (g)	幹枝 (g)	葉 (g)	T/R率	葉面積比 (cm <sup>2</sup> /g)
1	0.023	0.012	0.008	0.877	311.0
2	0.029	0.019	0.012	1.083	273.7
3	0.039	0.038	0.027	1.660	331.1
4	0.033	0.028	0.028	1.707	181.9
5	0.038	0.037	0.022	1.585	276.5
6	0.035	0.040	0.014	1.551	305.3
7	0.061	0.068	0.029	1.597	264.1

は土壌条件も影響を与えることを示している。

稚樹の形質および育成環境に関する変数相互の相関行列を求め、95%以上の有意水準で他の変数と相関関係のみられた変数について表6に示す。これらの関係の中で、相対成長関係を示していたのは、D<sub>0</sub>と苗高の関係で、葉数と葉面積も同様であった。一方、育成環境との関係では、密度と下胚軸長および根長が正の相関を示した。このことは、環境条件が良いと個体の成長および密度が増加していくが、まだ競争密度効果(依田, 1971)が生じるには至っていないことを示唆している。また、相対照度と二次伸長率が負の相関を示し、冬芽数と苗高, D<sub>0</sub>, 二次伸長率が正の相関を示した。これらのことは、光条件が悪いと伸長成長をいったん止めて冬芽を形成し、条件に応じて伸長を再開することを示唆している。

表6 稚樹の形質と育成環境に関する相関行列

	苗高	D <sub>0</sub>	下胚軸長	根長	葉数	冬芽数	葉面積	二次伸長率	相対照度	密度
T/R率	0.760 *	0.612 NS	0.763 *	0.610 NS	0.690 NS	0.544 NS	0.765 *	0.327 NS	-0.121 NS	0.323 NS
苗高		0.882 **	0.673 NS	0.246 NS	0.516 NS	0.884 **	0.697 NS	0.594 NS	-0.456 NS	0.193 NS
D <sub>0</sub>			0.331 NS	0.011 NS	0.431 NS	0.934 **	0.469 NS	0.690 NS	-0.739 NS	-0.228 NS
下胚軸長				0.724 NS	0.245 NS	0.261 NS	0.559 NS	-0.042 NS	0.255 NS	0.796 *
根長					0.246 NS	-0.063 NS	0.504 NS	-0.437 NS	0.537 NS	0.760 *
葉数						0.575 NS	0.882 **	0.449 NS	-0.155 NS	-0.018 NS
冬芽数							0.631 NS	0.794 *	-0.731 NS	-0.221 NS
葉面積								0.363 NS	-0.036 NS	0.342 NS
二次伸長率									-0.879 **	-0.523 NS
相対照度										0.735 NS

\*\* , p<0.01; \* , p<0.05; NS, p>0.05



## IV. 結論

幼樹と植栽木の関係および生残率の結果より、植栽地で発生した稚樹でも、人為的影響がなければ幼樹を経て植栽木のような成木になる可能性があるといえる。また、稚樹がよりよい生育をするには、自然状態に近い土壌の発達を促し、相対照度が20%以上ある環境を作る必要があると考えられる。今後は、都市域に植栽された樹種あるいは残された自生樹種の更新様式を始めとする様々な樹種特性に関する研究が望まれる。

## 謝 辞

本研究に対してご協力を頂いた鳥取大学附属図書館および渡辺造園の方々、野外調査にご協力を頂いた鳥取大学農学部の学生諸氏に感謝します。

## 引用文献

- 赤井重恭 (1970) 樹病学総論. 182 pp, 養賢堂, 東京.
- 安藤貴 (1988) ケヤキ人工林における天然生の稚樹. 日本林学会東北支部会誌 40 : 132-133.
- 橋詰隼人 (1987) ケヤキの利用材積と材質について. 広葉樹研究 4 : 49-59.
- 橋詰隼人 (1994) ケヤキ稚苗の育成と日光量との関係. 鳥取大学演習林研究報告 22 : 17-24.
- 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.
- Hogg, E. H. and Schwarz, A. G. (1997) Regeneration of planted conifers across climatic moisture gradients on the Canadian prairies: implications for distribution and climate change. *Journal of Biogeography* 24: 527-534.
- Jones, M. J. and Parson, J. W. (1970) The influence of soil C/N ratios on nitrogen mineralization during anaerobic incubation. *Plant and Soil* 32: 258-262.
- 片倉正行 (1993) 広葉樹林の造成と利用に関する研究 (I) 広葉樹類の耐陰性について. 長野県林業総合センター研究報告 7 : 1-10.
- 河原輝彦 (1970) 森林土壌の無機態チッソ量に関する研究 (II) チッソの無機化量, C/N および炭素の無機化量との関係. 日本林学会誌 52 : 71-79.
- 河田弘 (1989) 森林土壌学概論. 399 pp, 博友社, 東京.
- 木佐貫博光・梶幹男・鈴木和夫 (1995) 秩父地方の山地溪畔林におけるシオジおよびサワグルミ実生の消長. 東京大学演習林報告 93 : 49-57.
- 小池孝良 (1988) 落葉広葉樹の生存に必要な明るさとその成長に伴う変化. 林木の育種 148 : 19-23.
- 小見山章 (1977) 森林構造と D-H 関係. 日本林学会大会論文集 88 : 249-250.
- 小山浩正・林田光祐 (1990) 北海道の針広混交林におけるかき起こし地の更新初期の動態 (II). 日本林学会大会論文集 101 : 449-450.
- 倉本宣 (1996) 都市公園の雑木林の植生管理. (雑木林の植生管理. 亀山章編, 303 pp, ソフトサイエンス社, 東京), 242-247.
- 前田雄一・藤田亮・谷本丈夫 (1990) ケヤキ当年生実生の消長について (I) —上木・林床条件の違いによる発育と消失過程—. 日本林学会大会論文集 101 : 427-430.

- 増原義剛 (1994) 図で見る環境基本法. 200 pp, 中央法規出版, 東京.
- 松井健・岡崎正規 (1993) 環境土壌学. 257 pp, 朝倉書店, 東京.
- 落合幸仁 (1985) 人工庇陰下のケヤキ稚樹の成長. 日本林学会関西支部大会論文集 36 : 131-133.
- 小川房人 (1969) 樹高・胸高直径関係による林型区分の試み. JIBP-PT-F 43 : 3-17.
- 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 Southeast Asia* 4 : 49-80.
- 荻野和彦 (1975) 下北半島のヒバ林に見られる D-H 関係. 日本林学会大会論文集 86 : 210-211.
- 小野佐和子 (1995) 造園の歴史的変遷. (造園の事典. 田畑貞寿・樋渡達也編, 618 pp, 朝倉書店, 東京), 10-24.
- Orwig, D. A. and Abrams, M. D. (1995) Dendroecological and ecophysiological analysis of gap environments in mixed-oak understoreys of northern Virginia. *Functional Ecology* 9 : 799-806.
- 山路木曾男 (1985) ケヤキ. (有用広葉樹の知識. 坂口勝美ほか編, 514 pp, 林業科学技術振興所, 東京), 159-164.
- 依田恭二 (1971) 森林の生態学, 331 pp, 築地書館, 東京.

(2001年2月5日受理)

## 編 集 委 員 会

委員長	藤山黒作奥古玉佐	井本川野村川井野	禧福泰友武郁重淳	雄壽亨康信夫信之	教授 教授 教授 教授 教授 教授 助教授
-----	----------	----------	----------	----------	---

---

---

### 広葉樹研究 第9号

平成13年3月25日 印刷 [無断転載を禁ず]  
平成13年3月25日 発行

編集兼  
発行所 鳥取大学農学部広葉樹開発実験室

室長 藤井禧雄  
副室長 佐野淳之  
鳥取市湖山町南4丁目101〔〒680-8553〕  
電話 (0857) 31-5600

印刷所 総合印刷出版株式会社  
鳥取市西町1丁目215〔〒680-0022〕

---

---