

京都市の大規模都市林におけるシイ類、アラカシおよびシラカシ実生の成長特性

Growth Characteristics of Seedlings of *Castanopsis* spp., *Quercus glauca* and *Quercus myrsinifolia* in a Large-scale Urban Forest in Kyoto city

田端 敬三* 橋本 啓史** 森本 幸裕***

Keizo TABATA Hiroshi HASHIMOTO Yukihiko MORIMOTO

Abstract: We set up 1055 quadrats (1055m²) on the forest floor in Tadasu-No-Mori forest, a large-scale mature urban forest in Kyoto city, to clarify the growth characteristics, recruitment, relative height growth rate and mortality of seedlings of three evergreen Fagaceae species, *Castanopsis* spp., *Quercus glauca* and *Q. myrsinifolia*. We recognized the differences in growth characteristics of seedlings among the species. *Q. glauca* showed high recruitment rates. It seems to be because the individual density of mature trees of *Q. glauca* was highest in this forest. Recruitment rates of *C. spp* and *Q. myrsinifolia* seedlings were relatively high, when the individual density of the mother trees which is located near, was high. Although *C. spp* seedlings showed higher growth rate than other two species, mortality rate of *C. spp* seedlings were relatively high. In contrast, mortality rate of *Q. myrsinifolia* seedlings were relatively low. It indicates that the individual density of *Q. myrsinifolia* might increase than other two species in this site in the long term. In order to conserve the original vegetation of Tadasu-No-Mori forest, the deciduous broad-leaved forest dominated by *Aphananthe aspera*, *Celtis sinensis* and *Zelkova serrata* and to suppress the regeneration of *Q. myrsinifolia*, it is necessary to maintain the population density of the mature trees of *Q. myrsinifolia* low.

Keywords: urban forest, seedling, regeneration, evergreen Fagaceae

キーワード: 都市林, 実生, 更新, 常緑ブナ科樹木

1. はじめに

現代の都市域においては、経済的価値を偏重した空間整備が為され、その結果、本来存在していた森林はその殆どが消失、あるいは断片的に残存するのみとなってしまっている。こうした中において、創祀が2000年以上前とされる京都最古の神社のひとつ、賀茂御祖神社(通称 下鴨神社)の社叢、糺の森は総面積が12.4 ha、参道、社殿等を除く樹林のみの面積は9.08 haと、市街地に位置しながら広大な面積を有し、且つ、成立から長期間が経過した非常に稀少な森林である。

糺の森は、京都市内を流れる賀茂川と高野川の合流地点に立地し、両河川の氾濫による定期的な攪乱作用によって、ムクノキ、エノキ、ケヤキなどの落葉広葉樹が優占する植生が成立してきた²⁶⁾。京都盆地では約8,500~5,000年前、ムクノキ、エノキ、ケヤキが優占する落葉広葉樹林が広がっていたことが、花粉分析により推定されている³¹⁾。したがって、糺の森は、市街化が進んだ京都市内の平野部で現在も唯一、古代の山城原野の原植生の面影を残す貴重な空間とされる²⁶⁾。しかし、1934年に発生した室戸台風による水害を契機として、賀茂川と高野川の改修事業が実施され¹⁷⁾、以降、大規模な氾濫は発生せず、その結果、糺の森内にムクノキ、エノキ、ケヤキの更新可能な大規模な林冠ギャップが形成されなくなった。

管理が放棄された各地の二次林では、植生遷移の進行により、優占種がコナラなどの落葉広葉樹から、アラカシ、シラカシなどのブナ科常緑樹へと移行したことが報告されている^{8,22)}。また、長期間放置された京都市内の丘陵地の二次林でも、アカマツ、コナラ林から、シイ優占林へと植生が推移しつつある²¹⁾。近年、大規模な攪乱作用が及ばなくなった糺の森においても、同様に、ブナ科の常緑樹、アラカシ、シラカシの個体密度が増大傾向にある³⁰⁾。糺の森の本来の植生構造、ムクノキ、エノキ、ケヤキが優占する落葉広葉樹林の状態を保全するには、今後、さらに個体数の増加が予測されるブナ科の常緑樹に関して、森林の発達過程に

おいて特に重要とされる実生の発生定着の段階³⁵⁾での成長特性を把握することが必要となる。

常緑ブナ科樹木の実生の発生定着過程に関する研究例としては、シイ類^{5,7)}、アラカシ^{5,7,23,33)}、シラカシ^{7,20,23)}を各々対象とした例がある。しかし、圃場や室内での実験が殆どであり、自然状態での森林の林床における研究例は少ない⁵⁾。加えて、複数の常緑ブナ科樹種を対象として、広葉樹の更新に影響する要因とされる種子の供給源からの距離¹⁶⁾、林内の光環境^{10,16)}および実生サイズ¹⁹⁾を総合的に検討した例は、殆ど見られない。また、自然林には、樹木の天然更新による自己維持機能が備わっている^{18,25)}。しかし、分断、孤立化した都市域の森林での主要樹種の更新状況は、広い面積を有する自然林でのものとは異なる^{18,25)}。しかし、こうした都市林における事例は見られない。そこで本研究は、ブナ科の常緑樹、シイ類、アラカシ、シラカシの3樹種を対象として、これらの実生について、糺の森の林床における新規加入、成長、枯死の状況について調査を行った。さらに、成長、枯死については実生の初期サイズおよび光環境の影響を、また新規加入に関しては、光環境および種子供給ポテンシャルとの関係性を検討した。以上から、都市域に位置する大規模な成熟林におけるシイ類、アラカシ、シラカシの更新過程を明らかにすることを目的とした。

2. 調査地概要

調査対象地、糺の森は京都市左京区に位置している。京都市内の年平均気温は15.9 °Cで、月平均気温の最高は28.2 °C(8月)、最低は4.6 °C(1月)である¹⁴⁾。暖かさの指数¹³⁾は130.7 °C・月、寒さの指数¹³⁾は0.4 °C・月であり、照葉樹林帯に属する。年平均降水量は1491.3mmである(1981年~2010年の平年値)¹⁴⁾。賀茂川と高野川、両河川の氾濫原の平坦地に立地しており¹⁹⁾、土壌条件は、深度0cm~9.5cmの最大容水量が50.7~55.6、飽和透水係数は $1.0 \times 10^{-2} \text{cm/sec} \sim 4.3 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$ であった¹⁹⁾。

糺の森全域では、胸高直径が10 cm以上の全樹木対象の毎木調

*近畿大学農学部 **名城大学農学部 ***京都学園大学バイオ環境学部

査が1991年、2002年、2010年の3回実施されている^{27,30)}。

1991年は56種3416本、2002年では59種3433本、2010年においては59種3635本の生育が見られた。樹種別での個体密度は、アラカシがいずれの年についても最も高く、2010年は70.5本/ha(全体比17.6%)であった。また、シラカシが14.4本/ha(全体比3.6%)、シイ類は10.9本/ha(全体比2.7%)となっていた^{27,30)}。また胸高断面積合計は、全樹種では、1991年が37.2m²/ha、2002年は40.6m²/ha、2010年では43.0m²/haであった^{27,30)}。樹種別では、1991年はムクノキが最大であったが、2002年以降はクスノキが最大で、2010年の値は9.8m²/ha(全体比22.8%)であった。またアラカシは2.5m²/ha(全体比5.7%)、シイ類が1.9m²/ha(全体比4.5%)、シラカシは0.8m²/ha(全体比1.8%)であった^{27,30)}。

3. 調査方法

(1) 調査コドラートの設定

2012年に、林冠木が枯死した跡地、88地点において木本実生の発生定着状況を調査した^{28,29)}。このうち、71地点で再調査を行った。71地点それぞれに設置した4m×4mの調査区画を、さらに1m×1mに16分割した。コドラートの一部を調査対象外としたため、採用したコドラートの数は、計1055箇所(総面積1055m²)である²⁹⁾。

(2) 対象樹種の実生の生育状況

計1055箇所の1m×1mコドラート内において、2012年の調査時に樹高が50cm以下であった3樹種の実生、シイ類321本、アラカシ675本、シラカシ228本の計1224本を対象として、2013年に生残あるいは枯死を確認した。生残していた個体については樹高を計測した。

また2013年に各コドラート内で新たに発生した3樹種の実生を新規加入個体とし、樹高の計測を行った。

残存確認、生残個体の樹高の計測、新規加入個体の記録についてはいずれも2013年9月から翌年3月にかけて行った。

なお、本調査地には、ブナ科シイ属の常緑樹、スダジイおよびコジイの両方が存在すると思われるが、これらは雑種を形成し、中間的な形態のものが在るため、識別は困難であるとされる^{11,21)}。したがって本研究では、一括して「シイ類」として扱った。

(3) 光環境評価

1055箇所の各コドラートについて光環境評価を行った。魚眼レンズ(Nikon社製FC-E8)とデジタルカメラ(Nikon社製Coolpix 950)を用いて、各1m×1mコドラートの中央部、地上

高約50cmにおいて全天空写真を撮影した。撮影は2013年6月から11月初旬にかけての太陽高度が低下した夕刻、あるいは曇天日に行った。各全天空写真から解析ソフト³²⁾を用いて、天頂方向での明るさを重み付け³¹⁾した相対散乱光量(%)の値を得た。

全1055コドラートでの相対散乱光量の平均値は12.6%、標準偏差は1.9%であった。三分位法による、第1三分位数は11.9%、第2三分位数は13.7%となった²⁹⁾。

4. 解析方法

新規加入速度に影響を及ぼす要因として光環境および、種子の供給ポテンシャルを採り上げた。光環境としては2013年での各コドラートでの相対散乱光量を用いた。種子供給ポテンシャルの指標として、コドラート周辺に位置する、実生と同じ樹種の胸高直径が10cm以上である成木の本数を採用した。コドラート中心から5mおよび10mを半径とする円形の圏域内に位置する成木の数をカウントした。

2013年の相対散乱光量について3クラス(第1三分位数11.9%未満、第1三分位数11.9%以上で第2三分位数13.7%未満、第2三分位数13.7%以上)、半径5mおよび10m圏内に位置する同種の成木本数についても3クラス(0本、1本、2本以上)に区分した。相対散乱光量および周囲の同種の成木本数の各クラスについて、条件が該当するコドラート全てを選択し、2013年での新規加入個体数を樹種別に合計した。さらに該当コドラート数で除算することによって、樹種別での新規加入速度の平均値を算出した。加えて、Tukeyの多重比較を用いて、同一相対散乱光量クラスおよび同一成木本数クラスでの異なる樹種間での有意差を検定した。

成長および枯死に影響する要因として、光環境(2013年での相対散乱光量)および、実生の初期サイズ(2012年樹高)を用いた。2012年から2013年にかけて生存していたシイ類、アラカシ、シラカシの実生各個体について、以下の式を用いて相対樹高成長速度を算出した。

$$\text{相対樹高成長速度 [cm/cm/年]} =$$

$$\frac{\text{Ln}(2013\text{年樹高 [cm]}) - \text{Ln}(2012\text{年樹高 [cm]})}{\text{年}}$$

各個体の2012年での樹高を2クラス(15cm未満、15cm以上50cm以下)、各個体が生育するコドラートの2013年での相対散乱光量を3クラス(11.9%未満、11.9%以上13.7%未満、13.7%以上)に区分した。各クラスに該当する実生個体を全て選び、相対樹高成長速度の値を樹種別に合計した。さらに該当する実生の個体数で除算することにより、各樹種の平均値を算出した。新規加入速度と同様に、Tukeyの多重比較を用いて樹種間での平均値の

表一 相対散乱光量クラス別、圏域内同種成木本数クラス別でのシイ類、アラカシ、シラカシ実生の新規加入速度

圏域	同種成木本数	樹種	相対散乱光量11.9%未満		相対散乱光量11.9-13.7%		相対散乱光量13.7%以上		計	
			コドラート数*	新規加入速度(本/100m ² /年)平均±S. D.	コドラート数*	新規加入速度(本/100m ² /年)平均±S. D.	コドラート数*	新規加入速度(本/100m ² /年)平均±S. D.	コドラート数*	新規加入速度(本/100m ² /年)平均±S. D.
0		シイ類	343	3.2±38.5	305	2.3±15.0a	285	3.9±29.4	933	3.1±29.7a
		アラカシ	153	2.6±16.0	186	5.9±25.8b	247	3.2±32.3	586	3.9±26.8a
		シラカシ	324	0.0±0.0	294	0.0±0.0a	310	0.0±0.0	928	0.0±0.0b
5m	1	シイ類	5	220.0±216.8a	39	46.2±107.2	63	49.2±130.6a	107	56.1±131.2a
		アラカシ	63	63.5±132.4b	81	54.3±131.4	48	2.1±14.4b	192	44.3±116.5ab
		シラカシ	6	0.0±0.0b	19	0.0±0.0	11	0.0±0.0ab	36	0.0±0.0b
2以上		シイ類	1	-	11	54.5±129.3ab	3	200.0±173.2a	15	80.0±142.4a
		アラカシ	133	18.0±52.0a	88	11.4±35.3a	56	10.7±36.6b	277	14.4±44.3b
		シラカシ	19	52.6±69.7b	42	50.0±115.3b	30	96.7±193.8a	91	65.9±140.0a
0		シイ類	329	3.3±39.3	276	1.1±10.4	237	0.8±9.2	842	1.9±25.7
		アラカシ	37	0.0±0.0	78	0.0±0.0	155	0.0±0.0	270	0.0±0.0
		シラカシ	263	0.0±0.0	271	0.0±0.0	284	0.0±0.0	818	0.0±0.0
10m	1	シイ類	14	0.0±0.0	35	11.4±32.3	42	11.9±63.3	91	9.9±47.3
		アラカシ	53	7.5±26.7	84	11.9±42.2	56	5.4±40.1	193	8.8±37.8
		シラカシ	61	0.0±0.0	23	0.0±0.0	10	0.0±0.0	94	0.0±0.0
2以上		シイ類	6	183.3±213.7a	44	54.5±117.0	72	56.9±130.9a	122	62.3±132.6a
		アラカシ	259	24.7±78.3b	193	28.5±89.9	140	8.6±42.4b	592	22.1±76.1b
		シラカシ	25	40.0±64.5b	61	34.4±98.1	57	50.9±147.7a	143	42.0±115.9a
全体		シイ類	349	6.3±51.6a	355	8.7±46.4ab	351	13.7±67.1	1055	9.6±55.7ab
		アラカシ	349	19.5±68.8b	355	18.3±70.3a	351	4.3±31.3	1055	14.0±60.0a
		シラカシ	349	2.9±19.9a	355	5.9±42.4b	351	8.3±62.0	1055	5.7±44.9b

*:2013年での相対散乱光量および周囲の同種の成木本数の条件が該当するコドラート数
アルファベットは、同じカテゴリ(成木本数および相対散乱光量が同クラス)の異なる樹種間での多重比較結果を示す。異なるアルファベットは有意差を表示、p<0.05

表一 相対散乱光量クラス別、樹高クラス別でのシイ類、アラカシ、シラカシ実生の相対樹高成長速度

樹高 (cm)	樹種	相対散乱光量11.9%未満		相対散乱光量11.9-13.7%		相対散乱光量13.7%以上		計	
		本数	平均±S.D. (cm/cm/年)	本数	平均±S.D. (cm/cm/年)	本数	平均±S.D. (cm/cm/年)	本数	平均±S.D. (cm/cm/年)
15未満	シイ類	52	0.34±0.22a	97	0.28±0.25a	83	0.36±0.32a	232	0.32±0.27a
	アラカシ	235	0.16±0.18b	186	0.15±0.19b	50	0.21±0.20b	471	0.16±0.19b
	シラカシ	4	0.03±0.03b	70	0.16±0.14b	40	0.20±0.18b	114	0.17±0.16b
15以上50以下	シイ類	1	-	4	0.12±0.10	10	0.18±0.24	15	0.15±0.20
	アラカシ	48	0.05±0.06	60	0.13±0.16	19	0.18±0.16	127	0.10±0.14
	シラカシ	2	0.13±0.08	40	0.12±0.09	59	0.12±0.10	101	0.12±0.10
計	シイ類	53	0.34±0.22a	101	0.27±0.25a	93	0.34±0.32a	247	0.31±0.27a
	アラカシ	283	0.14±0.17b	246	0.14±0.18b	69	0.20±0.19b	598	0.15±0.18b
	シラカシ	6	0.07±0.07b	110	0.14±0.13b	99	0.15±0.14b	215	0.14±0.14b

アルファベットは、同じカテゴリ(樹高および相対散乱光量が同クラス)の異なる樹種間での多重比較結果を示す。異なるアルファベットは有意差を表示、 $p < 0.05$ 有意差を検定した。

また、2012年での樹高クラス、2013年での相対散乱光量クラスごとに、条件が各クラスに該当する、2012年から2013年での生存および枯死実生の個体数を樹種別にカウントし、枯死率(%/年)を計算した。2012年での樹高、および2013年での相対散乱光量が同クラスでの、異なる樹種間の差異の有意性をFisherの正確確率検定によって検討した。

以上の統計解析には、R version 3.2.5²⁴⁾を用いた。

5. 結果

(1) 新規加入速度

全体では、シイ類が9.6本/100m²/年、シラカシが5.7本/100m²/年であった。これら2樹種に対し、アラカシでは、14.0本/100m²/年の値を示し、アラカシとシラカシの間で有意な差が見られた(表一、 $p < 0.05$)。

相対散乱光量クラス別に見ると、11.9%未満のコドラートで、アラカシは19.5本/100m²/年と、3樹種の中で最も高い値を示し、他の2樹種との間で有意差が見られた(表一、 $p < 0.05$)。相対散乱光量11.9%以上13.7%未満においても、アラカシの値は、18.3本/100m²/年と最も高く、アラカシとシラカシの間で差が有意となった(表一、 $p < 0.05$)。

周囲の同種の成木密度との関係を見ると、コドラートから半径5m圏内に同種の成木が存在しない場合においても、アラカシは平均3.9本/100m²/年、シイ類では3.1本/100m²/年の新規加入が見られ、これら2樹種と0.0本/100m²/年であったシラカシとの間で有意差が見られた(表一、 $p < 0.05$)。また、半径5m圏内に同種の成木が1本存在する場合、シイ類は平均56.1本/100m²/年の新規加入を示し、0.0本/100m²/年であったシラカシとの間で、有意差が見られた(表一、 $p < 0.05$)。同種の成木が2本以上存在する場合においても、シイ類は80.0本/100m²/年と3樹種中で最も高い新規加入が見られ、14.4本/100m²/年であったアラカシとの間で有意差が見られた(表一、 $p < 0.05$)。

コドラートから半径10m圏域での同種の成木本数が0の場合、アラカシ、シラカシでは0.0本/100m²/年であったのに対し、シイ類では平均1.9本/100m²/年の新規加入が見られた。また同種の成木本数が2以上の場合、シイ類で平均62.3本/100m²/年、シラカシは42.0本/100m²/年と、これら2樹種で高い新規加入速度が見

られ、22.1本/100m²/年であったアラカシとの差が有意であった(表一、 $p < 0.05$)。

光環境と種子の供給ポテンシャルとを総合して見ると、相対散乱光量13.7%以上で、且つ、半径5m圏域内での同種の成木本数が2以上の場合、シイ類では平均200.0本/100m²/年、シラカシで96.7本/100m²/年と非常に高い新規加入が見られた。これら2樹種と、10.7本/100m²/年であったアラカシとの間で平均値に有意な差が見られた(表一、 $p < 0.05$)。また、相対散乱光量13.7%以上で、半径10m圏域内の同種の成木が2本以上の場合での新規加入速度は、シイ類が56.9本/100m²/年、シラカシが50.9本/100m²/年となり、8.6本/100m²/年であったアラカシとの間でそれぞれ有意差が見られた(表一、 $p < 0.05$)。

(2) 樹高成長速度

全体での平均値は、シイ類が0.31cm/cm/年と最も高く、他の2樹種との間で有意差が見られた(表二、 $p < 0.05$)。

樹高クラス別に見ると、樹高15cm未満においても、0.32cm/cm/年とシイ類の値が最も高く、低い値であったアラカシ、シラカシとの間で有意差が見られた(表二、 $p < 0.05$)。樹高15cm以上50cm以下のクラスにおいては、シイ類、アラカシ、シラカシの3樹間で有意差は見られなかった。

樹高と光環境を併せて検討すると、樹高15cm未満では、相対散乱光量11.9%未満、11.9%以上13.7%未満、13.7%以上のいずれの光条件においても、シイ類の値が最も高く、他2樹種との間で有意な差が見られた(表二、 $p < 0.05$)。

(3) 枯死率

全体での枯死率は、シイ類が23.1%/年と高い値を示した。一方、アラカシが11.4%/年、またシラカシでは5.7%/年と特に低い値を示し、3樹種間で有意な相違が見られた(表三、 $p < 0.001$)。

樹高クラス別に見ると、樹高が15cm未満の場合、シイ類が22.7%/年と最も高く、次いでアラカシが12.9%/年となっていた。これらに対して、シラカシは8.8%/年と低く、樹種間での相違は有意であった(表三、 $p < 0.001$)。また、樹高15cm以上50cm以下のクラスにおいても、シイ類が28.6%/年と高い枯死率を示したのに対し、アラカシは5.2%/年、シラカシは1.9%/年とこれら2樹種では低く、枯死率は3樹種間で有意に異なっていた(表三、 $p < 0.001$)。

相対散乱光量のクラス別では、相対散乱光量13.7%以上の場合についても、シイ類は29.5%/年と、枯死率は高い値となり、3樹種間で有意な相違が見られた(表三、 $p < 0.001$)。

樹高、光環境を総合的に検討すると、相対散乱光量13.7%以上のカテゴリでは、いずれの樹高サイズにおいても同様に樹種間で有意な差が認められた(表三、 $p < 0.001$)。

6. 考察

全体での新規加入速度は、今回対象とした3樹種の中で、アラカシが最も高い値を示した(表一)。シイ類の結実量は年によって変動が非常に大きい¹²⁾、アラカシ、シラカシは毎年よく結実する^{12,36)}。本調査地での幹直径10cm以上の成木密度は、アラカシが最も高く^{27,30)}、種子供給量が3樹種の中で最も多いことが、

表三 相対散乱光量クラス別、樹高クラス別でのシイ類、アラカシ、シラカシ実生の枯死率

樹高 (cm)	樹種	相対散乱光量11.9%未満		相対散乱光量11.9-13.7%		相対散乱光量13.7%以上		計	
		本数	枯死率 (%/年)	本数	枯死率 (%/年)	本数	枯死率 (%/年)	本数	枯死率 (%/年)
15未満	シイ類	63	17.5	119	18.5	118	29.7	300	22.7
	アラカシ	266	11.7	219	15.1	56	10.7	541	12.9
	シラカシ	4	0.0	80	12.5	41	2.4	125	8.8
	p	ns		ns		***		***	
15以上50以下	シイ類	2	50.0	5	20.0	14	28.6	21	28.6
	アラカシ	51	5.9	62	3.2	21	9.5	134	5.2
	シラカシ	3	33.3	41	2.4	59	0.0	103	1.9
	p	ns		ns		***		***	
計	シイ類	65	18.5	124	18.5	132	29.5	321	23.1
	アラカシ	317	10.7	281	12.5	77	10.4	675	11.4
	シラカシ	7	14.3	121	9.1	100	1.0	228	5.7
	p	ns		ns		***		***	

***: $p < 0.001$, **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$, ns: $p \geq 0.05$

アラカシの全体での新規加入速度の高さにつながったと思われる。

アラカシとシラカシは、いずれもブナ科コナラ属の常緑樹^{9,36)}の近縁種で、互いに類似した成長特性を持つとされてきた。イチイガシ、アラカシ、シラカシ 3 樹種の当年生実生の初期成長の比較例においても²³⁾、イチイガシ実生の成長パターンが、アラカシ、シラカシ実生とは異なることは報告されている。しかし、アラカシ、シラカシ間での違いは明確にされていない。今回、樹高成長速度は、アラカシ、シラカシ 2 種間で大きな違いは見られなかったが(表-2)、枯死率はシラカシがアラカシより低い値であった(表-3)。また周囲に同種の成木が高密度で存在する場合、シラカシはアラカシより高い新規加入速度を示した(表-1)。カシ類樹木の種子の子葉部分には、養分が貯蔵されており、発生初期の実生の生育において重要な役割を果たす²⁰⁾。また、種子重量はシラカシが、アラカシより平均的に大きな値を示し⁷⁾、より多くの養分が貯蔵されていると考えられる。また、シラカシの稚樹は、冬季の低温条件においても物質生産を行っている²⁾。種子の発芽は、アラカシ、シラカシとも 16°C~23°C が最適な温度条件である³⁴⁾。しかし 9°C では、アラカシの発芽率は大幅に低下したが³⁴⁾、シラカシでの低下の程度は小さくなっていった³⁴⁾。以上から、アラカシと比較して、シラカシは低温条件に適応していると考えられる。これらの特性が、今回、シラカシ実生が低い枯死率、高い新規加入速度を示した一要因であると考えられる。

ブナ科樹木の種子は主として母樹から重力散布される。しかし、アラカシ、シラカシはカケスやネズミ類^{9,36)}、シイ類ではヤマガラやネズミ類によって貯食型散布もされる^{4,11)}。従ってこれらの種が多く生育する郊外の森林では広範囲に種子が散布され、その結果、アラカシでは、母樹から離れた範囲にまで分布が拡大し⁶⁾、また、シラカシにおいても実生の分布が必ずしも母樹付近に限定されていない場合がある³⁷⁾。今回、シイ類については 10m 範囲内に同種の成木が存在しないサイトでも平均 1.9 本/100m²/年の新規加入が見られた(表-1)。調査地、糺の森は孤立した都市林であるが、ヤマガラの実生が確認されており³⁾、本種によってシイ類の種子が林内の広い範囲に散布されている可能性がある。一方、カケスやネズミ類は確認されておらず^{3,26)}、アラカシ、シラカシの実生の発生定着は母樹の周辺に限られていた(表-1)。よってこれらの 2 樹種の更新抑制には、母樹周囲に発生した実生を選択的に除去すればよいと考えられる。

相対散乱光量 13.7%以上の光条件では、糺の森の本来の優占樹種であるムクノキが平均 4.0 本/100m²/年、エノキは 19.1 本/100m²/年、ケヤキでは 6.3 本/100m²/年と、各樹種の中で最も高い新規加入速度を示した²⁹⁾。したがって、相対散乱光量 13.7%が、これら 3 樹種の更新誘導に必要な林床の光条件と言える。しかし、相対散乱光量 13.7%以上で、且つ、10m 範囲内の同種の成木密度が 2 本以上の場合は、シイ類の新規加入速度が 56.9 本/100m²/年、シラカシが 50.9 本/100m²/年と、これら 2 樹種の実生の発生定着も多数見られた(表-1)。しかし同じく相対散乱光量 13.7%以上の光条件での、樹高階全体の実生の枯死率は、シイ類では 29.5%/年と高い値を示した(表-3)。これに対し、シラカシの実生の枯死率は 1.0%/年であり、さらに樹高 15cm 以上 50cm 以下の階では 0.0%/年と特に低い値であった(表-3)。今後も本調査地において、大規模な攪乱が作用せずに推移した場合、今回対象とした 3 樹種の中では、特にシラカシの個体数の増加が予測された。糺の森においてシラカシの更新を抑制し、ムクノキ、エノキ、ケヤキが優占する落葉広葉樹林の植生を保全するためには、半径 10m 範囲内に位置するシラカシの成木の本数は 1 以下に抑え、且つ、林床の光条件が相対散乱光量 13.7%以上となるような成木の密度管理、加えて、母樹の周囲に集中して発生したシラカシの実生を重点的に除去する林床処理の実施が有効であると思われる。

引用文献

- 1) Anderson, M.C. (1971) : Radiation and crop structure : In: Sestak, Z., Catsky, T., Jarvis, P.G. (Eds.), Plant Photosynthetic Production: Manual of Methods. Junk, The Hague, 412-466
- 2) 遠藤明男・及川武久 (1985) : 生育光条件を異にするシラカシ幼樹の冬季の光合成・蒸散特性 : 日本生態学会誌 35, 123-131
- 3) 橋本啓史・村上健太郎・森本幸裕 (2005) : 京都市内孤立林における樹林生息鳥類の相対種数・面積関係と種組成の入れ子パターン : 景観生態学 10, 25-35
- 4) 樋口広芳 (1975) : 伊豆半島南部のヤマガラと伊豆諸島三宅島のヤマガラの採食習性に関する比較研究 : 鳥 24, 15-28
- 5) 平山貴美子・町田英美・今井龍夫・山田怜史・高原 光 (2014) : 京都市近郊二次林におけるブナ科 4 種の実生発生特性—遷移段階の異なる林分での比較— : 日本森林学会誌 96, 251-260
- 6) 広木昭三 (2001) : 愛知県春日井市の弥勒山西斜面および山麓部丘陵地帯におけるアラカシおよびツブラジイ実生の二次林への侵入 : 植生学会誌 18, 31-37
- 7) 広木昭三・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
- 8) 伊藤宏樹 (2007) : 銀閣寺山国有林における広葉樹二次林の 12 年間の変化 : 森林総合研究所研究報告 6, 93-100
- 9) 伊藤宏樹 (2009) : アラカシ : 日本樹木誌編集委員会編「日本樹木誌 1」 : 日本林業調査会, 61-72
- 10) 壁谷大介 (2008) : 光への応答反応からみた実生の戦略 : 正木 隆編「森の芽生えの生態学」 : 文一総合出版, 87-110
- 11) 上條隆志 (2009) : スダジイ : 日本樹木誌編集委員会編「日本樹木誌 1」 : 日本林業調査会, 433-458
- 12) 勝田 証・森 徳典・横山敏孝 (1998) : 日本の樹木種子 広葉樹編 : 林木育種協会, 410pp
- 13) 吉良竜夫 (1948) : 温度指数による垂直的な気候帯のわかちかたについて : 寒地農学 2, 143-173
- 14) 気象統計情報 : 気象庁ホームページ <<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>>, 2015. 3. 1 参照
- 15) 北島琢郎 (2001) : 落葉層の厚さと実生サイズの違いが実生の発生・定着に及ぼす影響 : 森林立地 43, 23-26
- 16) 今 博計 (2011) : 北海道における広葉樹林化の可能性 : 日本森林学会北海道支部論文集 59, 3-4
- 17) 京都府土木建築部 (2003) : 千年の都と鴨川治水, 13 pp
- 18) 真鍋 徹・石井弘明・伊東啓太郎 (2007) : 都市緑地としての社寺林の機能評価に向けて : 景観生態学 12, 1-7
- 19) 森本幸裕・吉田博宣・小橋澄治 (1984) : 糺の森の樹木および土壌調査 (1) : 斜面緑化研究 6, 157-176
- 20) 岡野哲郎 (1993) : シラカシ種子の発芽と実生の初期成長 : 日本林学会九州支部研究論文集 46, 107-108
- 21) 奥田 賢・美濃羽晴・高原 光・小椋純一 (2007) : 京都市東山における過去 70 年間のシイ林の拡大過程 : 森林立地 49, 19-26
- 22) 大久保悟・加藤和弘 (1996) : 分断された二次林の内部における植生の空間分布と遷移管理に関する研究 : ランドスケープ研究 59, 97-100
- 23) 小野由紀子・菅沼孝之 (1991) : イチイガシの発芽および当年生実生の初期生長について アラカシ、シラカシと比較して : 日本生態学会誌 41, 93-99
- 24) R Development Core Team (2016) : R : a language and environment for statistical computing : R Foundation for Statistical Computing, Vienna
- 25) 坂本圭児 (1999) : 都市林の保全と管理 : 岡田光正・大沢雅彦・鈴木基之編「環境保全・創出のための生態工学」 : 丸善, 32-42
- 26) 四手井綱英編 (1993) : 下鴨神社の森 : ナカニシヤ出版, 296 pp
- 27) 田端敏三・橋本啓史・森本幸裕 (2013) : 林内におけるツバキ、モチノキ、タラヨウ 3 種の成長に対する周辺競争個体と初期サイズの影響 : ランドスケープ研究 76, 461-464
- 28) 田端敏三・橋本啓史・森本幸裕 (2014) : 糺の森において林冠ギャップ下に定着した木本実生の種組成、サイズ構造とその影響要因 : ランドスケープ研究 77, 579-582
- 29) 田端敏三・橋本啓史・森本幸裕 (2015) : 都市域成熟林における林冠層優占種エノキ、ムクノキ、ケヤキ、クスノキ実生の成長特性 : ランドスケープ研究 78, 663-666
- 30) 田端敏三・橋本啓史・森本幸裕 (2015) : 都市域成熟林でのアラカシ (*Quercus glauca* Thunb.)、シラカシ (*Quercus myrsinaefolia* Blume) の成長に対する初期サイズ、周辺競争個体の影響 : 日本緑化工学会誌 41, 97-102
- 31) 高原 光 (1998) : 近畿地方の植生史 : 安田喜憲・三好教夫編「図説日本列島植生史」 : 朝倉書店, 114-137
- 32) 竹中明夫 (2009) : 全天写真解析プログラム CanopOn2, <<http://takenaka-akio.cool.ne.jp/eto/canopon2/>>, 2009.3.6 更新, 2014.8.27 参照
- 33) 上野英司・米田 健 (1989) : アラカシの生活史 1. 果実の成長過程と稚樹・実生の成育環境 : 大阪教育大学紀要 III 自然科学 38, 157-167
- 34) 養父志乃夫・駒走裕之・中島教司・山田宏之 (1998) : 緑化用ブナ科植物 9 種の種子発芽に与える温度等諸条件の影響 : ランドスケープ研究 61, 497-500
- 35) 山本進一 (1987) : 芽生えの定着様式—実生の個体群統計学 : 北方林業 39, 97-101
- 36) 山下寿之 (2009) : シラカシ : 日本樹木誌編集委員会編「日本樹木誌 1」 : 日本林業調査会, 417-432
- 37) 山下寿之・林 一六 (1987) : 茨城県筑波におけるアカマツ林からシラカシ林への遷移過程の解析 : 筑波大学農林技術センター演習林報告 3, 59-82