

# 愛知県内の里山林における掃除伐が更新に与える影響

岩下幸平・竹内 豊（愛知県森林セ）

愛知県にて実施されている「あいち森と緑づくり事業」によって整備が行われた里山林 12 箇所にて、更新状況の調査のために階層別植生調査を実施した。その結果、整備によって里山林の主要樹種であるコナラの実生は林床に導入されるが、年数の経過によって減少していくことが確認された。一方でアラカシやシイ類の実生は安定して多く存在しているため、現状では常緑樹林へと遷移が進行すると考えられた。若齢コナラ林の再生のためには整備後の継続した手入れ、または初期の強度な除伐が必要であると考えられる。林床の樹種についてその構成を解析したところ、構成は地域と施業からの経過年数ごとに類似していることが確認された。

キーワード：里山林、コナラ、ブナ科常緑樹、実生更新

## I はじめに

愛知県内の広葉樹二次林（以下里山林）は、2006 年に県内で初めて確認されたブナ科樹木萎凋病（以下ナラ枯れ）が被害の減少期を迎え、2019 年の被害材積はピークである 2010 年の 41,400 m<sup>3</sup> に対して約 0.5 % の 241 m<sup>3</sup> となっている (1, 2)。一方で全国的には植生遷移によって二次林の照葉樹林化が進行しており (6)、愛知県内の里山林もそれに準ずるものだと考えられる。そのような状況の中、2009 年より当県では県独自の森林環境税である「あいち森と緑づくり税」を用いて、森林整備事業を行っている (3)。里山林については「里山林再生整備事業」として雑草竹木やナラ枯れ木の除去によって里山林の多面的機能の増加を図っている。各事業地では施業によって開空度が上昇し、整備後 4 年まではその影響が継続していることが報告されており (6)、林床の光環境が施業によって改善したと言える。

そこで本研究では、里山林再生整備事業が若齢コナラ林の再生に与える影響を明らかにするために、整備を受けた里山林において木本植物について階層別植生調査を実施し、里山林の主要樹種であるコナラ *Quercus serrata* とアベマキ *Quercus variabilis*、そして愛知県内の低地の極相林にて優占すると考えられるシイ類 *Castanopsis* spp. とカシ類 *Quercus* spp. に着目してその更新状況を調査した。また林床の木本樹種相に対して、施業や地域による類似性について調査した。

## II 材料と方法

### 1. 調査地と調査法

愛知県で 2009 年から 2014 年にかけて里山林再生整備事業を受けた事業地 12 箇所（表-1）で、2017 年から 2019 年にかけて毎年 1 回、ラインセンサスによる階層別植生調査を実施した。なお 2017 年の渥美における調査はデータ欠損のため除外した。各事業地につ

いて 50 m のラインを設け、その両側それぞれ 1 m の計 100 m<sup>2</sup> を調査範囲とした。調査範囲内の木本性植物について、樹高が 0 m~0.50 m, 0.50 m~4 m, 4 m~8 m, 8 m 以上の 4 段階ごとに個体数を計数した。ラインは各調査地で固定しなかったが、毎年施業地内のおよそ同じ範囲で調査を実施した。なお現場にて樹種が不明であるものは持ち帰り資料と比較して同定した。なお分類は APG 体系に従った (16)。また実生であるために種までの同定が困難であったものについては属までの同定結果をプールして解析を行った。例えば愛知県内にシイ類 *Castanopsis* spp. はスダジイ *C. sieboldii* とツブラジイ *C. cuspidata* の 2 種が分布するが外見での同定は困難であり混生地も多く区別が難しいため (10)、今回はシイ類としてまとめて 1 種として解析を行った。

表-1. 調査地

調査地名	施業年	樹高 8 m 以上の樹種
渥美	2009 年	コナラ, ウバメガシ
幸田町	2009 年	ヒノキ, コナラ
石巻小野田 1	2010 年	コナラ, アベマキ
氷上姉子神社	2010 年	ヤブニッケイ, コナラ
石巻小野田 2	2011 年	スダジイ
富士社	2011 年	シイ類, コナラ
石巻小野田 3	2012 年	リョウブ, ソヨゴ
五社大明神社	2012 年	ソヨゴ, アベマキ
岡崎	2013 年	ヒノキ, サカキ, コナラ
高座山	2013 年	ヒノキ, シイ, コナラ
島田緑地	2014 年	コナラ, ソヨゴ
豊川	2014 年	スダジイ, アベマキ

### 2. 主要樹種の更新状況

得られた階層別植生調査の結果のうち、樹高が 0 m~0.50 m のコナラ、アベマキについて、一般化線形混合モデルを作成した。モデルの作成と解析には統計解析ソフトの R 3.6.3 (11) と、そのパッケージである lme4

IWASHITA Kouhei, TAKEUCHI Yutaka

Effects of improvement cutting on succession of major tree species in Satoyama forest in Aichi prefecture

kouhei\_iwashita@pref.aichi.lg.jp

(5) を使用した。応答変数を各樹種の個体数として、説明変数は実生の樹種（コナラもしくはアベマキ）と施業からの経過年数、ランダム効果として事業地名と調査年とした。誤差構造は負の二項分布とし、リンク関数には自然対数を用いた。得られたモデルについて、R のパッケージである car (9) を用いて説明変数の有意性を検討した。シイ類、カシ類についてもコナラ、アベマキと同様に一般化線形混合モデルを作成し説明変数の有意性を検討した。

### 3. 林床木本樹種相の類似性

樹高 0 m~0.50 m の木本植物について、各調査で得られた個体数のリストを 1 つのデータとして非計量多次元尺度法 (nMDS) による配置を行った。配置には R のパッケージである vegan (8) を用いた。次元数は 2 とし、(非) 類似度の計算には Chao 指数を適用した。計算の繰り返し数は 1,000 回とし、stress 値が最小となる場合を採用した。得られた配置について、各調査の環境データ (調査地の緯度、経度、施業からの経過年数、調査年) を反映させることで各調査における林床木本相の類似性に与える影響を検討した。また得られた配置について R のパッケージである labdsv (4) を用いて IndVal 法による指標種抽出を行った。各調査の分類には非階層的クラスタ法 (K-medoids 法) を適用した。

## III 結果

### 1. 主要樹種の更新状況

全調査で樹高 0 m~0.50 m の樹種について延べ 42 科 113 種 11,109 株を確認した。そのうちコナラとアベマキについてのモデルについて、施業から年数が経過すると有意に個体数が減少することが確認された。またコナラよりアベマキの方が個体数が少なかった (表-2, 図-1)。調査中に常緑性 *Quercus* 属はアカガシ *Q. acuta*, ツクバネガシ *Q. sessilifolia*, アラカシ *Q. glauca*, シラカシ *Q. myrsinifolia*, ウラジログシ *Q. salicina*, ウバメガシ *Q. phillyreoides* の 6 種を認めたが、最も高頻度に見られたアラカシを対象として解析を行ったところ、シイ類、アラカシともに施業からの経過年数で個体数は変動しなかった (表-3, 図-2)。

表-2. コナラ・アベマキにおける GLMM の結果

	Estimate	Std. Error	z value	p 値
(Intercept)	5.4406	1.2437	4.375	p<0.001***
施業からの経過年数	-0.4524	0.1731	-2.613	p<0.005**
アベマキ	-2.3324	0.4597	-5.074	p<0.001***

表-3. シイ類・アラカシにおける GLMM の結果

	Estimate	Std. Error	z value	p 値
(Intercept)	3.9796	1.7554	2.267	p<0.05*
施業からの経過年数	-0.3028	0.2389	-1.268	0.6486
アラカシ	-2.2632	1.7318	-1.307	0.3732

### 2. 林床木本樹種相の類似性

各調査の nMDS による配置は図-3 のとおりとなった。stress 値は 0.1901 であった。そして緯度、経度、施業からの経過年数が近い調査が類似することがわかった (表-4)。一方で調査年は類似性に影響を与えていなかった。また調査が 7 グループに分割され (表-5), うち 6 グループについて指標種が 31 種抽出された (表-6)。

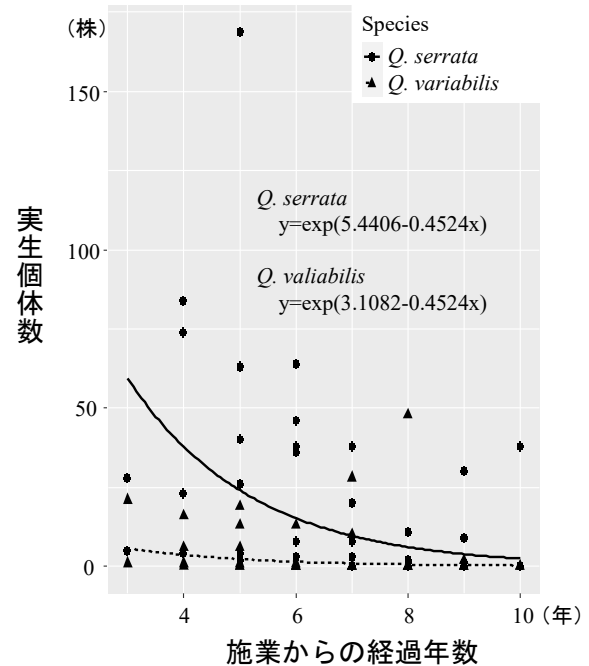


図-1. コナラ・アベマキの実生個体数

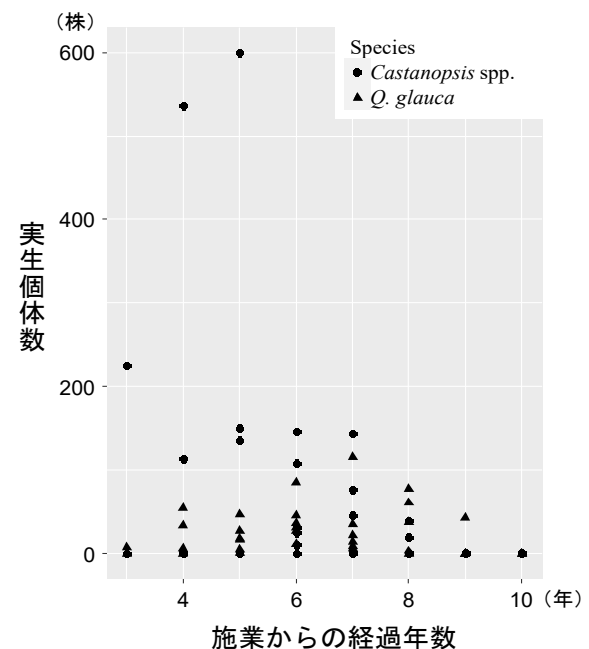
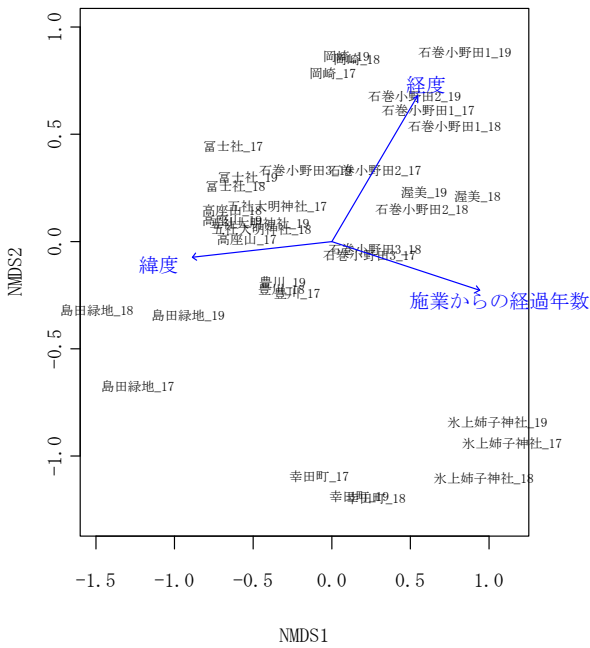


図-2. シイ類・アラカシの実生個体数

表-4. 調査の類似性に対する環境の影響

	NMDS1	NMDS2	r2	Pr
緯度	-0.9966	-0.0827	0.3631	p<0.001***
経度	0.6301	0.7765	0.3470	p<0.005**
施業からの経過年数	0.9719	-0.2354	0.4313	p<0.001***
調査年	0.5556	0.8314	0.0109	0.8492



図一三. 各調査間の林床樹種相の非類似度

#### IV 考察

主要樹種の更新状況の解析にて、林床のコナラとアベマキは施業からの経過によって個体数が減少していく一方で、シイ類とアラカシは施業に関係なく個体数を保っていることがわかった。コナラはマスティングを示す樹種であるが、解析には豊作年と凶作年を示す調査年をランダム効果として用いて行ったため、マスティングの影響を排除した上で今回の結果が得られたと考えられる。また林床の樹種相は地域によって異なり、施業によっても影響を受けることがわかった。これは地域によって種子源となる植生が異なることと、施業による光環境の変化によるものだと考えられる。一方で調査した年度には影響を受けておらず、調査期間中に種子の大きな豊凶がなかった、もしくは林床が種子の定着に不適な環境であったために豊凶の影響が表れなかったと考えられる。コナラ、アベマキを含むナラ類は一般的に陽樹であり(17)、施業やナラ枯れの発生で一時的に林床の光環境が改善したものの時間経過によって林冠の閉鎖等により林床が暗くなり、条件が悪化したことによって個体数が減少したものだと考えられる。一方でアラカシ、スダジイ、ツブラジイの実生は耐陰性が強く(13, 14)、林床が暗くなったとしても一定の個体数を保つことが可能だと考えられる。若齢コナラ林の再生手法として上層木として100m<sup>2</sup>あたり1~2本のコナラを残した更新伐による天然下種更新があるが(15)、このような状況下では、たとえ上層木が除去され林床の光環境が再び改善したとしても、林床に多い常緑性ブナ科の稚樹が前生稚樹として伸長成長を開始するため、若齢ナラ林の再生を阻害しアラカシ・シイ類が林冠を構成するようになる可能性がある。実際に愛知県春日井市では二次林へのアラカシ・

表一五. 各調査の非階層的クラスタリングによる分類

cluster	調査地	調査年	neighbor	sil_width
1	豊川	2019年	2	0.6176
1	五社大明神社	2017年	3	0.5270
1	五社大明神社	2019年	3	0.8519
1	高座山	2017年	3	0.7359
1	高座山	2019年	3	0.7505
1	豊川	2017年	3	0.5154
1	富士社	2018年	3	0.5907
1	富士社	2019年	3	0.5250
1	五社大明神社	2018年	4	0.5873
1	高座山	2018年	4	0.6872
2	豊川	2018年	1	-0.6755
2	氷上姉子神社	2018年	1	0.7221
2	石巻小野田2	2018年	4	-0.1053
2	氷上姉子神社	2017年	5	0.9889
2	氷上姉子神社	2019年	6	0.2912
3	石巻小野田1	2017年	1	0.2038
3	石巻小野田2	2017年	2	0.5867
3	石巻小野田2	2019年	6	0.2537
3	島田緑地	2019年	7	-0.3430
4	石巻小野田3	2018年	1	0.7817
4	渥美	2018年	2	0.5454
4	渥美	2019年	2	0.5781
4	石巻小野田1	2018年	3	0.1663
5	幸田町	2017年	1	0.7301
5	富士社	2017年	1	-0.4904
5	幸田町	2018年	2	0.4035
5	幸田町	2019年	2	0.3344
5	石巻小野田1	2019年	6	-0.2989
6	石巻小野田3	2017年	3	0.3367
6	石巻小野田3	2019年	3	0.3156
6	岡崎	2017年	3	0.4336
6	岡崎	2018年	3	0.8520
6	岡崎	2019年	3	0.5482
7	島田緑地	2017年	3	0.7497
7	島田緑地	2018年	3	0.7782

ツブラジイの侵入が起こっており、それには、ツブラジイ母樹林付近での急激なツブラジイの拡大、アラカシとツブラジイの混交林、乾燥や貧栄養等のストレスのある立地でのアラカシ林の3パターンが認められている(12)。今回の結果ではシイ類は一部調査における指標種として選ばれた一方でアラカシは指標種として選ばれなかった。シイ類が指標種であるクラスター1の調査地は五社大明神社、高座山、豊川、富士社の4つでありいずれも神社林か社寺林、もしくはそれに隣接した林分である。そのためシイ類の母樹が現存しているために実生が高頻度に発生したと考えられる。一方で神社林である氷上姉子神社の調査地では上層にも林床にもシイ類がほとんど確認されなかった。シイ類の母樹が近くに存在する場合のみシイ類の実生が高頻度に発生するが、アラカシは県内の広い環境に分布する樹種であるために多くの調査地で林床に存在していたため指標種とはならなかったと考えられる。

これらのことから、若齢コナラ林の再生のためには

表-6. 各クラスターにおける指標種

科	和名	学名	cluster	indval	o value	頻度
ブナ科	シイ類	<i>Castanopsis</i> spp.	1	0.541	0.024	22
ハイノキ科	クロバイ	<i>Symplocos prunifolia</i>	1	0.639	0.008	22
ツツジ科	ネジキ	<i>Lyonia ovalifolia</i>	1	0.508	0.030	7
アカネ科	クチナン	<i>Gardenia jasminoides</i>	1	0.693	0.001	10
モチノキ科	モチノキ	<i>Ilex integra</i>	1	0.530	0.035	13
モチノキ科	ソヨゴ	<i>Ilex pedunculosa</i>	1	0.649	0.000	25
ウコギ科	タカノツメ	<i>Gamblea innovans</i>	1	0.712	0.000	13
クスノキ科	ヤブニツケイ	<i>Cinnamomum yabunikkei</i>	2	0.546	0.019	18
ヤシ科	シュロ	<i>Trachycarpus fortunei</i>	2	0.600	0.014	3
バラ科	クサイチゴ	<i>Rubus hirsutus</i>	3	0.500	0.023	2
センダン科	センダン	<i>Melia azedarach</i>	3	0.417	0.046	4
ユズリハ科	ヒメユズリハ	<i>Daphniphyllum teijsmannii</i>	4	0.967	0.000	5
クワ科	イヌビワ	<i>Ficus erecta</i>	4	0.486	0.031	5
ブナ科	ウバメガシ	<i>Quercus phillyreoides</i>	4	0.500	0.021	2
ハイノキ科	ミミズバイ	<i>Symplocos glauca</i>	4	0.500	0.020	2
モクセイ科	マルバアオダモ	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	4	0.500	0.020	2
キク科	コウヤボウキ	<i>Pertya scandens</i>	4	0.500	0.021	2
ウコギ科	カクレミノ	<i>Dendropanax trifidus</i>	4	0.862	0.014	22
ミカン科	ミヤマシキミ	<i>Skimia japonica</i>	5	0.600	0.009	3
モッコク科	ヒサカキ	<i>Eurya japonica</i>	5	0.438	0.012	34
ツバキ科	ヤブツバキ	<i>Camellia japonica</i>	5	0.554	0.023	10
アオキ科	アオキ	<i>Aucuba japonica</i>	5	0.712	0.032	14
モチノキ科	イヌツゲ	<i>Ilex crenata</i>	5	0.523	0.028	5
マツバサ科	シキミ	<i>Illicium anisatum</i>	6	0.480	0.031	6
メギ科	ナンテン	<i>Nandina domestica</i>	6	0.511	0.023	5
ブナ科	シラカシ	<i>Quercus myrsinifolia</i>	6	0.559	0.036	9
ニガキ科	ニワウルシ	<i>Ailanthus altissima</i>	6	0.600	0.009	3
ツバキ科	ヒメシャラ	<i>Stewartia monadelph</i>	6	0.600	0.010	3
アカネ科	アリドオシ	<i>Dammacanthus indicus</i>	6	0.580	0.017	5
シソ科	ムラサキシキブ	<i>Callicarpa japonica</i>	6	0.600	0.009	3
シソ科	クサギ	<i>Clerodendrum trichotomum</i>	6	0.947	0.002	11

林床がアラカシ、そして一部地域ではシイ類といった常緑性ブナ科樹種に優占されるよりも前に除伐による天然下種更新を実施する必要がある。既に林床にこれらが密生している状態では競合するであろう常緑性ブナ科樹種の稚樹の除去等が必要になるかもしれない。また林床にアラカシとシイ類のどちらが優占するかは近隣の種子源によって変化するため、今後の更新状況やコナラ実生の成長のために必要な施業については注視していく必要がある。

引用文献

(1) 愛知県 (2014) 平成25年度 愛知県林業統計書  
 (2) 愛知県 (2020) 平成30年度 愛知県林業統計書  
 (3) 愛知県 (2019) あいち森と緑づくり事業計画～山から街まで緑豊かな愛知をめざして～ (平成31 (2019) ～平成40 (2028) 年度)  
 (4) David W. Roberts (2019). labdsv: Ordination and Multivariate Analysis for Ecology. R package version 2.0-1. <https://CRAN.R-project.org/package=labdsv>  
 (5) Douglas Bates, Martin Maechler, Ben Bolker, Steve Walker (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. Journal of Statistical Software, 67(1), 1-48. doi:10.18637/jss.v067.i01  
 (6) 江口則和 (2017) 里山林の施業効果のモニタリング (第2報). 愛知県森林・林業技術センター報告 54: 8-14  
 (7) 服部保, 赤松弘治, 武田義明, 小館誓治, 上甫木昭春, 山崎寛 (1995) 里山の現状と里山管理. 人と自然 Humans and Nature 6: 1-32  
 (8) Jari Oksanen, F. Guillaume Blanchet, Michael Friendly, Roeland Kindt, Pierre Legendre, Dan McGlenn, Peter R. Minchin, R. B. O'Hara, Gavin L. Simpson, Peter

Solymos, M. Henry H. Stevens, Eduard Szoecs and Helene Wagner (2019). vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-6. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>  
 (9) John Fox and Sanford Weisberg (2019). An {R} Companion to Applied Regression, Third Edition. Thousand Oaks CA: Sage  
 URL:<https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion/>  
 (10) 小林元男 (2012) 愛知県樹木誌. ジーピーセンター  
 (11) R Core Team (2020) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>  
 (12) Shozo Hiroki (2001) Invasion of *Quercus variabilis* and *Castanopsis cuspidata* seedlings into secondary forests on the western slope of Mt. Miroku and adjacent hill in Kasugai City, Aichi Prefecture, Japan. 植生学会誌 :18 31-37  
 (13) Shozo Hiroki, Kazuo Ichino (1998) Comparison of growth habits under various light conditions between two climax species, *Castanopsis sieboldii* and *Castanopsis cuspidata*, with special reference to their shade tolerance. Ecological Research 13(1): 65-72  
 (14) 田内裕之 (1990) コジイぼう芽林内の光環境とそこに植栽したアラカシ, イチイガシ, コジイ稚樹の成長変化—耐陰性からみた遷移系列への位置づけ—. 日林誌 72(5): 435-440  
 (15) 富山県農林水産総合技術センター森林研究所 (2018) コナラ林更新伐のすすめ方—高齢コナラ林の伐採跡地にコナラ林を再生させるために—  
 (16) 米倉浩司, 梶田忠 (2003-) 「BG Plants 和名—学名インデックス」(YList) . <http://ylist.info>  
 (17) 吉野豊, 谷口真吾 (1994) 庇陰下における落葉広葉樹苗木の生長と枯損. 日林関西支論 3: 119-122