愛知県海上の森におけるナラ枯れ被害林分の森林動態

渡辺直登¹・岡田知也¹・戸丸信弘¹・西村尚之²・中川弥智子^{*1}

ナラ枯れ被害林分の変化は、構成樹種の違いによって異なることが予想される。愛知県海上の森の三つの林分（発達した下層木を持つ林分、持たない林分、上層木にアラカシを交えた林分）における7年間の毎木調査の結果、ナラ枯れ被害は発生から5年の間で特に激しく、コナラとアベマキの死亡率は同程度であり、最終的には幹数にして両種ともに6割程度が枯死したことがわかった。これにより林分の胸高断面積合計は2割程度低下した。一方で、胸高直径（DBH）5 cm 以上の上層木におけるタカノツメやヒサカキ、およびアラカシでは高い新規加入率を示し、ソヨゴやリョウブでは成長速度が速い期間が認められた。下層木（DBH 1 cm 以上 5 cm 未満）でもタカノツメ、ヒサカキ、アラカシに加えてネズミモチやヤブツバキで高い新規加入率と成長速度が確認された。そのためナラ枯れ被害林分は、林相の違いによって、残存コナラが高木層をしばらくは維持しつつも亜高木層に落葉広葉樹が繁茂する、すぐには大きな変化はないものの将来的には高木層をほぼ欠いた低～中層に常緑広葉樹が繁茂する、もしくはアラカシが優占する林分へと移り変わっていくことが考えられた。

キーワード：コナラ、アベマキ、死亡率、新規加入率、暖温帯二次林

Naoto Watanabe,¹ Tomoya Okada,¹ Nobuhiro Tomaru,¹ Naoyuki Nishimura,² Michiko Nakagawa^{*1} (2016) Forest Dynamics of Stands Damaged by Japanese Oak Wilt in the Kaisho Forest, Aichi Prefecture. J Jpn For Soc 98: 273–278 To determine the effect of difference in tree species composition on the stand shift after damage by Japanese oak wilt, we monitored forest dynamics for seven years at three secondary-forest plots in the Kaisho forest, Aichi Prefecture. Mass mortality was observed within five years after the spread of the oak wilt. Approximately 60% of stems in *Quercus serrata* and *Quercus variabilis* died, while we found no interspecific differences in mortality. Although total basal area of the stands decreased by approximately 20%, recruitment and/or growth rates increased in *Gambelia innovans*, *Eurya japonica*, *Quercus glauca*, *Ilex pedunculosa*, and *Clethra barbinervis* at the upper layer, and in *G. innovans*, *E. japonica*, *Q. glauca*, *Ligustrum japonicum*, and *Camellia japonica* at the lower layer. Thus, according to the stand type, damaged stands are expected to shift to a *Q. serrata* dominated stand with several deciduous broadleaved species at the sub-canopy layer, an evergreen-broadleaved-trees dominated stand with sparse canopy trees, or a *Q. glauca* dominated stand.

Key words: mortality, *Quercus serrata*, *Quercus variabilis*, recruitment rate, warm-temperate secondary forest

I. は じ め に

ナラ類の集団枯損、通称ナラ枯れについては古くから報告があるが（井田・高橋 2010）、顕著な被害をもたらすようになったのは1980年代以降のことである（小林・上田 2005；伊藤 2008）。ナラ枯れ被害林分は、当初日本海沿岸地域を中心に分布していたが、近年では太平洋側にもナラ枯れが拡大し、2011年までに30都府県で被害が確認されている（黒田 2012）。ナラ枯れ被害を受けやすいのはミズナラやコナラなどの落葉ナラ類であるが、常緑のカシやシイ類でも被害の報告がある（小林・上田 2005；伊藤 2008）。中でも、ミズナラが最も枯れやすく、林分のミズナラが全て枯死する例も報告されており（斉藤・柴田 2012）、次いでコナラが枯れやすいとされている（小林・萩田 2000；黒田 2012）。しかし、ナラ枯れ被害の報告は日本海側のコナラ林やミズナラ林を対象としたものが多く（例えば、伊東ら 2011；斉藤・柴田 2012；Nakajima and Ishida 2014）、太平洋側のコナラ林やコナラ・アベマキに常緑のアラカシが混じるようなコナラ林（以下、コナラ・

アベマキ林）で、ナラ枯れ被害を報告した事例はまだ少ない（伊東 2015）。そのため、太平洋側でのナラ枯れ被害の概況や、ナラ枯れ被害の受けやすさにおけるブナ科樹種（コナラ、アベマキ、アラカシ）や幹サイズによる違いなど、基本的な情報が不足している。

ブナ科樹種は多くの放置された二次林において林冠を形成していると考えられ、ナラ枯れ被害林分ではナラ枯れに伴う集団枯死によって林冠ギャップの形成が見込まれる（伊東 2015）。ナラ類の被陰下にあった中層や下層の樹木では、光環境の好転により成長が促進されることが予想され、新規加入率や肥大成長速度が増加する可能性がある。ナラ枯れ被害木の死亡率や林分構造の変化に関する報告は数多くある一方で（例えば、塩見・尾崎 1997；小林・萩田 2000；伊東ら 2009；斉藤・柴田 2012）、ナラ枯れ後の被害林分の推移を検討するうえでは重要な基礎情報となる、樹木の新規加入や成長といった森林動態に関する報告は未だ乏しい（伊東 2015）。また、ナラ枯れ被害の程度や被害前の亜高木層や低木層の状態に応じて、被害林分の今後の姿が変わる可能性が指摘されている（伊東ら 2009、

*連絡先著者（Corresponding author）E-mail: miko@agr.nagoya-u.ac.jp

¹ 名古屋大学大学院生命農学研究科 〒464-8601 名古屋市中千種区不老町（Graduate School of Bioagricultural Sciences, Nagoya University, Chikusa, Nagoya, Aichi 464-8601, Japan）

² 群馬大学社会情報学部 〒371-8510 群馬県前橋市荒牧町 4-2（Faculty of Social and Information Studies, Gunma University, 4-2 Aramaki, Maebashi, Gunma 371-8510, Japan）

（2016年5月16日受付、2016年8月30日受理）

2011; 斉藤・柴田 2012)。したがって、林相の異なる複数のナラ枯れ被害林分において、ナラ枯れの被害状況と森林動態に関する知見を蓄積することは、今後の二次林の変化を予測し、適切な森林管理や保全の方法を検討・立案していくうえで喫緊の課題である。

愛知県海上の森の周辺地域では、古くから窯業燃料用などとして立木伐採が行われてきたが、1960年代の燃料革命以降、薪炭材としての利用・伐採が減少したことで、コナラやアベマキなどの落葉広葉樹を主体とする二次林が成立したと考えられる(愛知県 1999; 岡田ら 2010)。海上の森には多種多様な動植物が生育・生息しており(愛知県 2007; 大森ら 2013)、森林の保全と活用を目指した森林管理が実施されている(愛知県 2007)。愛知県では、名古屋市などで2006年に初めてナラ枯れ被害が発生しており(愛知県 2015)、海上の森においても2008年頃よりナラ枯れが確認されているため、今後の森林管理計画の構築に資するためには、海上の森でのナラ枯れ被害の概況とその後の推移を把握する必要がある。そこで本研究では、海上の森の二次林において、構成樹種の違いがナラ枯れ被害後の林分変化に与える影響について検討するため、複数箇所(発達した下層木を持つ林分、持たない林分、上層木にアラカシを交えた林分)の上層木と下層木を対象とした毎木調査を7年間実施することにより、ナラ枯れ被害の概況と森林動態、およびブナ科樹種間や幹サイズによる枯死率の違いを明らかにした。

II. 方 法

1. 調査地および野外調査

調査は、愛知県名古屋市の近郊に位置する海上の森内(約530 ha)の二次林(標高約150~250 m)で実施した。調査地の北東約5 kmの生態水文学研究所(東京大学)における2008年(調査開始年)の気象データによると、年平均気温は13.0℃、暖かさの指数は103.3℃・月、寒さの指数は-8.0℃・月であり、年間降水量は1,715.5 mmである(生態水文学研究所 2008)。

2008年10月、花崗岩地域に成立する林相の異なるコナラ林やコナラ・アベマキ林に、50 m×50 mの調査区を二つ(プロット1:落葉広葉樹主体で下層が未発達、プロット2:落葉広葉樹主体で下層に常緑広葉樹が目立つ)、40 m×40 mの調査区を一つ(プロット3:落葉広葉樹主体だが上層にもアラカシなどの常緑広葉樹が認められる)設置した(JSTAGE電子付録付図-1)。上層木として、胸高直径(DBH)5 cm以上の生存幹を対象にナンバリング後、樹種および根元位置の記録と胸高周囲長(GBH)の測定を行った。DBHが1 cm以上5 cm未満の生存幹は下層木と定義し、各プロット内の中央付近に設けた20 m×20 mのサブプロットで同様の調査を行った(ただし、DBHを測定)。株立ちしている場合は、対象サイズを満たした全ての生存幹を計測した。以上の毎木調査を、2010、2013、および2015年の同時期に繰り返した。なお2008年の調査

開始時点では、既にナラ枯れ被害は見受けられたものの、ナラ枯れによって枯死した個体は確認できなかった。

2. 解析

各プロットにおける上層木と下層木の死亡率と新規加入率を、優占種(2015年における胸高断面積合計(BA)での上位4種、ただし10幹未満の種は除外)について、それぞれ種ごとに算出した。ある期間 t (年)における年間死亡率と年間新規加入率は、以下の式で定義した(西村・真鍋 2006)。

$$\text{死亡率}(\%/年) = \ln\left(\frac{N_0}{N_t}\right) \times \frac{1}{t} \times 100$$

$$\text{新規加入率}(\%/年) = \ln\left(\frac{N_t}{N_s}\right) \times \frac{1}{t} \times 100$$

ここで、 N_0 はある期間の開始時の生存幹数、 N_s は N_0 のうち t 年後に生き残った幹数、 N_t は t 年後の生存幹数を表している。

次に、調査地全体におけるナラ枯れ被害の概況を把握するため、三つのプロットのデータをまとめ、以下の解析を行った。まず、ブナ科3種(コナラ、アベマキ、アラカシ)の上層木について、死亡率と新規加入率を算出した。死亡率と新規加入率の種間差を検討するため、各調査期間(2008~2010、2010~2013、2013~2015年)における95%信頼区間を、プロットの別を階層化して2,000回のリサンプリングを行うブートストラップ法を用いて推定した。続いて、2015年までに枯死した幹と生存した幹のサイズに差があるかどうかを検討するため、ブナ科3種のうち、ナラ枯れ被害を多く受けていた(後述)コナラとアベマキについて、プロットをブロック因子としたうえで、2008年のDBHを用いて種ごとに t 検定を行った。また、上層木と下層木の両方を含めた林分BAの95%信頼区間を、各調査年についてブートストラップ法を用いて推定した(プロットの別を階層化し2,000回のリサンプリング)。さらに、調査期間による成長速度の変化について、上層木の主要な6種を対象に(各プロットのBAによる上位4種、ただし10幹未満の種は除外)、DBHの年間成長速度を応答変数とし、初期DBH(各調査期間の開始時DBH)と調査期間を固定効果に、個体をプロットにネストしたものをランダム効果とした線形混合モデルを用いて種ごとに解析した。下層木では、各プロットのBA上位2種に(ヒサカキがプロット1と2の両方で選択されるため計5種、JSTAGE電子付録付表-1)、高い新規加入率を示したヤブツバキ(後述)を加えた主要な6種の年間成長速度について、プロットをブロック因子としたうえで、調査期間による差を分散分析で調べ、多重比較(ボンフェローニ補正)した。なお、年間成長速度は、各調査期間の終了時DBHから開始時DBHを差し引いた値を調査期間で除した値とした。

以上の解析には、R 3.2.2 (R Development Core Team 2015)のbootとlme4 packageを使用した。

III. 結 果

1. 上層木の動態

2008年から2015年にかけて、プロット合計ではコナラとアベマキ上層木のそれぞれ55%と62%の幹が枯死に至り、年間死亡率が20%を超える期間もあった一方、アラカシ上層木の年間死亡率は常に1%未満と低かった(表-1)。枯死の大半は2008年から2013年に集中しており、2013年から2015年にかけては、特にプロット1やプロット2では新たに枯死する幹がほとんど見られなかった。こ

れに伴い、コナラやアベマキのBAはすべてのプロットにおいて2008年から2013年にかけて大きく減少し(図-1)、三つのプロット合計の林分BAも、2008年と比較して2010年以降有意に低下した(各年の95%信頼区間:2008年, 33.2~40.5;2010年, 26.4~32.3, 2013年, 25.7~31.5;2015年, 26.9~33.0 m²/ha)。また、三つのプロットをまとめたコナラとアベマキの死亡率は、2008~2010年と2010~2013年の期間においてアラカシの死亡率より有意に高かったが、コナラとアベマキの死亡率に種間差は全期間を通して見られなかった(表-1)。

表-1. 各プロットの上層木と下層木の優占種および全種における新規加入率と死亡率(%/年)

樹種 (2008年の幹数, 2015年の幹数)	新規加入率 (%/年)			死亡率 (%/年)		
	2008~2010年	2010~2013年	2013~2015年	2008~2010年	2010~2013年	2013~2015年
プロット1						
上層木						
コナラ(72, 31)	0.00	0.00	0.00	22.40	13.16	0.00
リョウブ(90, 77)	0.00	0.42	0.00	5.27	1.26	1.28
ソゴ(69, 67)	0.74	0.49	0.75	1.47	0.49	1.49
ヒサカキ(52, 85)	10.38	6.16	4.94	0.00	0.00	0.00
タカノツメ(4, 68)	40.55	44.30	34.66	0.00	0.00	0.00
全種(369, 460)	4.63	6.00	7.11	5.59	2.09	0.99
下層木						
タカノツメ(84, 133)	5.50	14.18	7.71	1.82	1.57	5.40
ヒサカキ(55, 82)	6.13	10.08	10.10	0.00	0.65	1.47
ウリカエデ(11, 10)	0.00	8.75	0.00	0.00	3.18	13.12
全種(166, 256)	5.24	13.02	9.67	0.91	1.66	4.09
プロット2						
上層木						
コナラ(81, 35)	0.00	0.00	0.00	24.12	10.95	1.41
リョウブ(181, 166)	0.29	0.61	0.30	2.84	2.00	0.00
ソゴ(120, 109)	0.43	0.61	0.00	2.13	2.38	0.45
ヒサカキ(100, 156)	5.67	7.44	5.41	0.00	0.00	0.00
全種(639, 651)	2.00	2.91	2.52	4.24	2.26	0.32
下層木						
ヒサカキ(163, 151)	1.83	1.95	1.67	0.62	1.95	1.67
サカキ(28, 21)	1.75	1.48	0.00	0.00	6.83	0.00
アセビ(20, 18)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.27
ネズミモチ(16, 22)	0.00	7.44	4.77	0.00	0.00	0.00
全種(299, 268)	1.70	2.38	2.48	1.70	3.09	1.73
プロット3						
上層木						
コナラ(28, 15)	0.00	0.00	0.00	16.82	3.51	9.12
アベマキ(37, 14)	0.00	0.00	0.00	23.77	14.25	3.45
アラカシ(128, 147)	4.18	2.86	1.03	0.79	0.74	0.69
全種(352, 357)	3.44	2.82	1.71	4.30	1.78	1.71
下層木						
アラカシ(118, 119)	0.91	8.06	2.15	4.00	4.28	2.98
ネズミモチ(64, 46)	0.00	1.33	1.10	1.59	4.45	3.23
ヤブツバキ(28, 28)	0.00	5.14	1.82	0.00	2.67	0.00
サカキ(12, 11)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
全種(252, 234)	0.42	5.53	1.96	2.64	3.69	2.81
プロット合計						
コナラ(181, 81)	0.00 (0.00~0.00)	0.00 (0.00~0.00)	0.00 (0.00~0.00)	22.25 (16.94~27.71)	10.36 (7.01~14.10)	2.41 (0.59~4.94)
アベマキ(39, 15)	0.00 (0.00~0.00)	0.00 (0.00~0.00)	0.00 (0.00~0.00)	24.28 (13.12~38.66)	13.52 (6.08~26.01)	3.23 (0.00~10.38)
アラカシ(131, 150)	4.09 (1.82~6.88)	2.80 (1.37~4.55)	1.01 (0.00~2.39)	0.77 (0.00~1.95)	0.72 (0.00~1.71)	0.68 (0.00~1.71)

ブナ科の3種については、三つのプロット合計の値と95%信頼区間(下段の括弧内)も示した。またプロット1の上層木では、特に高い新規加入率を示したタカノツメも表に含めた。

上層木の幹密度は、2008年から2015年にかけて、プロット1では増加、プロット2や3ではほぼ横ばいとなった(図-2)。コナラやアベマキの幹密度が全てのプロットで減少する一方、プロット1ではタカノツメ、プロット2ではヒサカキ、プロット3ではアラカシの幹密度が主に増加し、新規加入率も高い値を示した(図-2、表-1)。しかし、

コナラとアベマキの新規加入は1本も確認できなかった。

2015年までに枯死したコナラやアベマキのDBH頻度分布が、生存幹の頻度分布に比べて大径木側に偏っている様子は見られず、両種ともに生存幹と枯死幹のDBHの間に有意な差は認められなかった(図-3)。

コナラ、アラカシ、ソヨゴ、およびリュウブでは初期

図-1. 各プロットの上層木における優占種(BA合計上位4種)の胸高断面積合計の推移

図-2. 各プロットの上層木における幹密度の推移

各プロットにおける2015年の幹密度での上位6種を示す。

図-4. 上層木における主要な6種の調査期間別成長速度

各プロットにおけるBA上位4種の種から10幹未満の種を除外した6種について、三つのプロットのデータをまとめて示した。図中の線は、有意な関係が見られた初期DBHと成長速度の回帰直線を示す。

図-3. コナラとアベマキにおける生存幹と枯死幹のDBH頻度分布図

三つのプロットにおけるコナラとアベマキのデータをまとめ、枯死幹については枯死年別に示した。

図-5. 各プロットの下層木における落葉広葉樹と常緑広葉樹の胸高断面積合計の推移

図-6. 下層木における主要な6種の調査期間別成長速度(平均値と95%信頼区間)

各プロットにおけるBA上位2種の種に、高い新規加入率を示したヤブツバキを加えた6種について、三つのプロットのデータをまとめて示した。異なるアルファベットは多重比較において有意に異なることを意味する。95%信頼区間はブートストラップ法を用いて推定した。

DBHと調査期間に、アベマキでは初期DBHに有意な成長速度との関係が検出された(図-4)。コナラとアラカシでは、2008～2010年と2010～2013年の成長速度に比べて2013～2015年の成長速度が低く、ソヨゴとリョウブでは2010～2013年の成長速度が他の2期間より大きかった。アベマキとヒサカキの成長速度には、調査期間による差は検出されなかった。

2. 下層木の動態

下層木ではナラ枯れによると思われる枯死は見受けられず、年間死亡率も一部を除いて5%以下の値であった一方、プロット1ではタカノツメやヒサカキ、およびウリカエデの、プロット2ではネズミモチの、プロット3ではアラカシやヤブツバキの新規加入率が5%を上回る高い値を示した(表-1)。そのため、下層木BA合計は2008年から2015年にかけて、プロット1では増加しながら落葉広葉樹の割合が増え、プロット2や3では微減しながら常緑広葉樹の割合がそれぞれ増え、もしくは高い割合が維持された(図-5)。

成長速度はサカキを除いた5種で調査期間によって有意に異なり、多重比較の結果、タカノツメとヤブツバキを除く3種では2008～2010年の成長速度が他の2期間より低く、タカノツメとヤブツバキでは2010～2013年の成長速度が2008～2010年の成長速度より大きかった(図-6)。

IV. 考 察

1. ナラ枯れ被害の概況

海上の森では、ナラ枯れに伴った枯死(表-1)やBAの減少は上層木のみで確認され(図-1)、枯損が顕著であった2008～2013年のうちでもより多くの幹が2008～2010年に枯死したが、2013年以降はプロット3を除き新たな被害はほとんど見られなかった。愛知県全体におけるナラ枯れ被害は2006年に初めて確認された後、被害量は2010年にピークに達し、その後減少している(愛知県2015)。調

査地におけるナラ枯れ被害の推移は県内の被害状況とよく一致しており、海上の森でのナラ枯れは、発生から約5年で概ね収束しつつあると考えられる。三つのプロット合計では、幹数にしてコナラとアベマキ両種とも4割程度が生き残っており、海上の森におけるナラ枯れ被害の発生から収束までの年数や残存幹割合は、日本海側の山形県におけるコナラ被害林での報告とほぼ一致していた(斉藤・柴田2012)。

コナラとアベマキの死亡率がアラカシより有意に高く、アラカシの死亡率が1%未満であったことから(表-1)、調査地のブナ科3種の中では、コナラとアベマキがナラ枯れ被害を受けやすい一方、アラカシではほぼ被害はなかった。他方で、コナラとアベマキにおけるナラ枯れ被害状況はよく似ており、コナラ属の中ではミズナラやコナラだけでなく(小林・萩田2000;小林・上田2005)、アベマキもナラ枯れ被害を受けやすい樹種である可能性が示唆された。赤石ら(2006)の研究では、カシノナガキクイムシはアベマキよりコナラに多く穿入する傾向が報告されているが、加害初期における観察であったことと、穿入密度の高い樹木が必ずしも枯死するとは限らないことなどにより(小林・上田2005)、本研究とは異なる結果になったと考えられる。また、一般に、ナラ枯れ被害は大径木の方が受けやすいと言われるが(小林・柴田2001;伊東ら2009)、生存幹と枯死幹のDBHの間に有意な差が見られなかったことから(図-3)、調査地のコナラやアベマキではその傾向は認められなかった。調査開始時点(2008年)でのコナラとアベマキのDBHは、それぞれ平均28.5cm(範囲、10.5～60.1cm)と平均28.8cm(範囲、15.6～50.0cm)で既に大径化しており、二次林内のコナラやアベマキの多くが、カシノナガキクイムシの嗜好性を十分満たすものであったことが、枯死幹と生残幹のサイズの間に差が生じなかった一因となったのだろう。

2. 海上の森の二次林の今後

上層木BAの大部分を構成していたコナラとアベマキのBAが低下し(図-1)、上層木と下層木の合計BAも低下したことから被陰されていた樹木の光環境が改善したと思われる。一部の種では上層・下層木への新規加入が急激に起こるとともに(表-1)、ブナ科樹種を除く多くの種で2010～2013年の、もしくは2010～2015年の成長速度が好転していた(図-4, 6)。これらの結果から、海上の森内の二次林は短・中期的に変化することが予想されるが、その変化は林相によって異なることが示唆された。プロット3の変化は明瞭であり、高木性のアラカシ上層木BAの割合が7年間で4.0m²/ha(10%)から7.6m²/ha(24%)へと急上昇した。これは、2008年から2013年にかけてのアラカシの成長速度の高さと、比較的高い新規加入率によってもたらされていると考えられる。コナラやアベマキでは、DBHが10cm以下であるような小径木や下層木の個体が存在しないのに対し、アラカシでは下層木BAの増大が見られ(JSTAGE電子付録付図-2)、新規加入率も良好であるた

め、プロット3ではアラカシが優占する林分へと移り変わっていくだろう。

プロット1と2では、コナラのBAは上層木BAの4割程度へと減少したものの、ナラ枯れ被害後においてもコナラのBA値が一番大きく、次いでリョウブ、ソヨゴ、ヒサカキという上層木優占種の構成は調査開始時と同じである。また、ソヨゴとリョウブの成長速度は2010～2013年のみ他の2期間より大きかったことから(図-4)、その成長速度の好転は一時的なものにとどまっているうえ、両種とも林冠を構成・維持する種とは一般にみなされていないことから(茂木ら2000, 2001)、高木層を優占することは難しいと思われる。プロット1では、タカノツメ上層木の新規加入が著しく(表-1)、2008～2010年に比べてそれ以降の成長速度が早まっているうえ(JSTAGE電子付録付図-3)、下層木も豊富に存在し、かつ急増していることから(表-1)、特に亜高木層以下において今後さらなるタカノツメの拡大が予想される。この他にも、イロハモミジの上層木幹密度が増え(図-2)、下層木ではウリカエデなどの落葉広葉樹BA割合の増大が見られたため(JSTAGE電子付録付図-2)、プロット1では、生き残ったコナラが高木層をしばらくは維持しつつも、亜高木層に現存のリョウブやソヨゴに加えてタカノツメやカエデ類といった落葉広葉樹が見られる林分へと推移すると思われる。一方プロット2では、ヒサカキが高い新規加入率と豊富な下層木を有していた(表-1)。ヒサカキは常緑の低木～小高木であるうえ、萌芽幹形成も旺盛なことから(真鍋ら1991)、低木層においてさらに繁茂していくと考えられる。ヒサカキの他にも、常緑樹のサカキ、ネズミモチ、およびアセビが下層木で優占し、常緑広葉樹の割合が増えつつあることから(図-5)、今後、耐陰性の低い樹種の更新が阻害されるおそれがあるうえ(森下・安藤2002)、プロット3で見られた高木性のアラカシも僅かに生育しているのみであった。したがってプロット2では、すぐにはナラ枯れ被害による林相の大きな変化は無いものの、将来的には高木層をほぼ欠いた低～中層に常緑広葉樹が繁茂する林分へと移行する可能性がある。

コナラ林におけるコナラ個体群の衰退の可能性は、ナラ枯れ以前から指摘されているが(西村ら1990)、ナラ枯れ被害による上層木のコナラやアベマキの急激な減少に伴った林分変化では、その林分の下層木群集により強く影響を受けることが考えられる。具体的には、下層木群集に高木性樹種が生育している場合はそれらの成長・優占が見込まれるが、常緑の低木～小高木性樹種の場合には、特に高木性落葉広葉樹の更新が阻害されると予測される。今後は、実生や稚樹の動態を明らかにすることで、より長期的な林分変化を検討する必要があるだろう。

研究の実施にあたり、あいち海上の森センターから許可をいただいた。また、査読者から本論文に対する貴重なコメントをいただき、多くの方々に野外調査を手伝っていただいた。なお、本研究の一部は、愛知県からの受託研究費の助成を受けて実施した。

引用文献

- 愛知県(1999)瀬戸市南東部地域自然環境保全調査(人工林・常緑広葉樹林). 愛知県農地林務部自然緑化課
愛知県(2007)海上の森保全活用計画. 愛知県
愛知県(2015)ナラ枯れ被害と防除. 愛知県森林保全課編集, 愛知県
赤石大輔・鎌田直人・中村浩二(2006)コナラ・アベマキ二次林におけるカシノナガキクイムシの初期加害状況. 日林誌 88: 274-278
井田秀行・高橋 勸(2010)ナラ枯れは江戸時代にも発生していた. 日林誌 92: 115-119
伊東宏樹(2015)ナラ枯れ後の広葉樹二次林の動態に及ぼすニホンジカの影響. 日林誌 97: 304-308
伊東宏樹・五十嵐哲也・衣浦晴生(2009)京都市京北地域におけるナラ類集団枯損による林分構造の変化. 日林誌 91: 15-20
伊東宏樹・衣浦晴生・奥 敬一(2011)ササ型林床を有するナラ類集団枯損被害林分の林分構造. 日林誌 93: 84-87
伊藤進一郎(2008)我が国のブナ科樹木萎凋枯死被害(ナラ枯れ)の現状. 樹木医学研究 12: 57-60
小林正秀・萩田 実(2000)ナラ類集団枯損の発生経過とカシノナガキクイムシの捕獲. 森林応用研究 9: 133-140
小林正秀・柴田 繁(2001)ナラ類集団枯損発生直後の林分におけるカシノナガキクイムシの侵入と立木の被害状況(Ⅰ)京都府舞鶴市における調査結果. 森林応用研究 10: 73-78
小林正秀・上田明良(2005)カシノナガキクイムシとその共生菌が関与するブナ科樹木の萎凋枯死―被害発生要因の解明を目指して―. 日林誌 87: 435-450
黒田慶子(2012)ナラ枯れのメカニズムと対策(特集 ナラ枯れの原因と防除対策). グリーン・エージ 39: 4-7
真鍋 徹・山本進一・千葉喬三(1991)攪乱跡地におけるヒサカキ(*Eurya japonica*)の実生定着と萌芽再生. 日本緑化工学会誌 17: 27-36
茂木 透・高橋秀男・勝山輝男・石井英美・太田和夫・城川四郎・崎尾 均・中川重年・吉山 寛(2000)樹に咲く花. 離弁花2. 山と溪谷社
茂木 透・高橋秀男・勝山輝男・石井英美・太田和夫・城川四郎・崎尾 均・中川重年・吉山 寛(2001)樹に咲く花. 合弁花・単子葉・裸子植物. 山と溪谷社
森下和路・安藤 信(2002)京都市市街地北部森林のマツ枯れにとまらう林相変化. 森林研究 74: 35-45
Nakajima H, Ishida M (2014) Decline of *Quercus crispula* in abandoned coppice forests caused by secondary succession and Japanese oak wild disease: Stand dynamics over twenty years. For Ecol Manage 334: 18-27
西村尚之・真鍋 徹(2006)森林動態パラメータから森の動きを捉える.(森林の生態学. 種生物学会編, 共立出版). 181-201
西村尚之・山本進一・千葉喬三(1990)都市近郊コナラ林の構造と動態(Ⅰ)―林分構造とコナラの個体群特性―. 日本緑化工学会誌 16: 8-17
岡田知也・中川弥智子・西村尚之・小串重治・戸丸信弘(2010)海上の森における暖温帯里山二次林の林分構造. 中部森林研究 58: 61-64
大森悠紀・江田信豊・江田慧子・中村寛志(2013)愛知県海上の森におけるチョウ類の群集構造と環境評価. 信州大学農学部 AFC 報告 11: 37-45
R Development Core Team (2015) R: A language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>.
斉藤正一・柴田鏡江(2012)山形県におけるナラ枯れ被害林分での森林構造と枯死木の動態. 日林誌 94: 223-228
生態水文学研究所(2008)気象報告2008. 生態水文学研究所(2016年2月20日閲覧)
塩見晋一・尾崎真也(1997)兵庫県におけるコナラとミズナラの集団枯損の実態. 森林応用研究 6: 197-198