

東京大学生態水文学研究所の天然林における約 20 年間の変化

澤田晴雄・井上淳・岸本光樹・梁瀬桐子（東大演・生水研）

愛知県の犬山市と瀬戸市にある東京大学生態水文学研究所の天然林 48 箇所に 1999 年から 2000 年にかけて調査区を設置して毎木調査を行い、2009 年と 2019 年に再測定した。最初の調査時では BA 割合の 53 % をコナラとアカマツが優占し、それらに次いでソヨゴ、リョウブ、クロマツ、アオハダが占めていたが、2019 年には BA 割合の 29 % をコナラが優占し、次いでソヨゴ、リョウブ、アカマツ、アオハダが占める林分へと変化していた。この変化には、コナラとマツ類の枯死木の状態、枯死木の直径階分布などから、マツ枯れとナラ枯れが大きく関与したと考えられた。今後ともコナラが林冠を優占し続けるが、林冠下は常緑広葉樹が優占する林分へと移行することが予測された。

キーワード：天然林、ナラ枯れ、マツ枯れ、常緑広葉樹

I はじめに

東京大学生態水文学研究所（以下、本所）では、愛知県の犬山市と瀬戸市の広い範囲において、天然林の森林資源量を把握するために約 10 年間隔で「林況調査」をこれまで 3 回実施している。その調査結果をとりまとめたものは、本所にとってその先 10 年間の計画である「生態水文学研究所教育研究計画」を策定するのに不可欠な資料となる。しかし本調査はそれぞれの調査面積が小さいものの、計 48 区画を設定して毎回同じ範囲を約 20 年間にわたり調査しているため、愛知県尾張北部地域の天然林の変化を記録している貴重なデータでもある。そのためこの地域の天然林の取り扱いを考える上での参考にもなるのではと考え、これまでの調査結果をまとめて本所天然林の約 20 年間の変化を明らかにした。

II 調査地概要及び調査方法

調査区画は本所の犬山研究林（犬山市）の犬山西地区に 13 区画（標高 90~140 m）、犬山東地区に 6 区画（標高 120~190 m）、穴の宮試験地（瀬戸市）の穴の宮地区に 4 区画（標高 140~170 m）、赤津研究林（瀬戸市）の上品野地区に 7 区画（標高 380~650 m）、東山地区に 13 区画（標高 370~600 m）、白坂地区に 5 区画（標高 320~500 m）、合計 48 区画を、1999 年もしくは 2000 年（以下、1999 年）に設置した。それぞれの区画面積は 200~500 m² の方形区で、全区画の合計面積は 1.856 ha であった。なお本所が設置された 1922 年当時は犬山研究林と穴の宮試験地では沢筋を除きほぼ裸地、赤津研究林では尾根筋がほぼ裸地であったので、主に昭和初期までクロマツ、ヤシヤブシ類、ヤマモモ、コナラなどの砂防植栽を実施している。本所ではそうして再生した森林を「天然林」と定義して基本的に人手を加えずに管理している。

調査は 1999 年、2009 年、2019 年の計 3 回実施した。調査対象木は胸高直径が 5.0 cm 以上の樹木とした。

調査項目は樹種と胸高直径である。胸高直径は直径巻尺を使って 0.1 cm 単位で測定した。

調査により得られた直径データから各個体の胸高断面積（以下、BA）を計算し、48 区画の全データを用いて調査年別、樹種別に、本数と BA 合計を集計した。

III 結果

1. 樹種構成とその経年変化

調査を実施した 48 区画の全調査木の ha 当り本数（表-1）は、1999 年の 2,191 本から、2009 年に一旦減り、2019 年には再び増えて 2,133 本となっていた。全調査木の ha 当り BA 合計（表-2）は、1999 年の 28.6 m² から年々減り、2019 年には 25.5 m² にまで減少していた。樹種別に ha 当り本数を見ると（表-1）、1999 年に本数の多かったコナラとアカマツは大きく減り、ソヨゴとリョウブも減少した。逆にヒサカキは大きく増え、アセビも増加した。シロモジは 2009 年に一旦減ったが、2019 年には増加し、約 20 年間で見ると増えていた。樹種別に ha 当り BA 合計を見ると（表-2）、1999 年に優占していたのはコナラとアカマツで、これら 2 種で BA 合計の 53 % を占めていたが、2019 年には 2 種合計で 35 % にまで減っていた。樹種別に BA 割合の推移を見ると、コナラは 1999 年から 2009 年にかけて（以下、第一期）増えていたが、2009 年から 2019 年にかけて（以下、第二期）大きく減っていた。アカマツとクロマツは第一期、第二期ともに大きく減少していた。ソヨゴ、リョウブ、アオハダ、ヒサカキは年々増え、特にアオハダとヒサカキが大きく増えていた。

地区別にコナラとマツ類（アカマツとクロマツ）の BA 割合の推移を見る（図-1）。コナラとマツ類の BA 割合は 1999 年の時点で各地区とも 49~71 % を占めていたが、2019 年になると全地区が 32~44 % にまで減り、特にマツ類の BA 割合は 6 地区全てで第一期、第二期とも減り続けて 2019 年には 1~14 % となっていた。コナラの

SAWADA Haruo*, INOUE Makoto, KISHIMOTO Koji, YANASE Kiriko

The change of about 20 years in the natural forest of the Ecohydrology Research Institute, the University of Tokyo

haruo@uf.a.u-tokyo.ac.jp

BA 割合は全地区で第一期に増えていたが、第二期にはコナラ枯死木の少なかった東山地区を除く 5 地区で減っていた。

2. コナラの直径階分布とその経年変化

コナラの直径階分布を見ると、1999 年 (図-2) が 15-20 cm の階級に、2009 年 (図-3) が 20-25 cm の階級に、それぞれピークを持つ一山型を示していた。また 5-10 cm の階級のコナラは年々減少し、同階級に進階した新規加入木は 2009 年に 3 本、2019 年に 1 本しかなかった。各階級の枯死木の分布を見ると、第一期 (図-2) に枯死したコナラは 5-25 cm の各階級に多く、25 cm 以上の各階級には少なかった。第二期 (図-3) は 45-50 cm を除く各階級に枯死したコナラが幅広く見られた。

各直径階の第一期あるいは第二期に枯死した本数割合 (以下、直径階別枯死率) を見ると (図-4)、5-10 cm の階級では第一期のほうが若干高いがほぼ同じ、10-25 cm の各階級では第二期の方が 6~9 % 高かった。25 cm 以上の各階級では、階級が大きくなるほど第一期よりも第二期の直径階別枯死率が高かった。全てのコナラ調査木の枯死率は、第一期が 14 %、第二期が 26 % であった。なお 2009 年調査時にカシノナガキクイムシの穿孔孔があり、かつ生きていたコナラは、犬山西地区に 5 本、犬山東地区に 4 本、東山地区に 1 本、白坂地区に 1 本の計 11 本、同じく枯れていたコナラは犬山東地区に 2 本であった。2019 年調査時のコナラ枯死木のほとんどには、枯葉や小枝が無く、太い枝まで折れたもの、幹が折れたり倒れたりしたものであった。

3. マツ類の直径階分布とその経年変化

マツ類の直径階分布は、1999 年 (図-5) に 10-15 cm の階級に明瞭なピークを持つ一山型、2009 年 (図-6) でも 10-15 cm の階級が最も多かったが、ピークの本数は 1/3 ほどに低くなっていた。

各階級の枯死木は、第一期、第二期ともに 5-50 cm の各階級に幅広く見られた。全てのマツ類調査木の枯死率は、第一期が 61 %、第二期が 59 % であった。各直径階における直径階別枯死率を見ると (図-7)、第一期、第二期ともに 5-10 cm の階級で非常に高く、10 cm 以上の各階級も 43~72 % の高い枯死率を示していた。マツ類は 1999 年の調査区設置時すでに枯死木が多く、その後の調査時でも枯れて間もないマツ類の幹の樹皮下にフラスがみられた。

IV 考察

コナラ全体の枯死率は第一期よりも第二期の方が 2 倍近く大きかった。コナラ枯死木の直径階分布は、第一期が 5-25 cm の小径木に多く、それらの枯死原因は被圧等による枯死と考えられる。第二期では第一期とは異なり 25 cm 以上の大径木にまで幅広く枯死がみられ、大きな直径階ほど直径階別枯死率が高くなっていた。このような特徴は小径木よりも中~大径木で枯死率が高かった本

所・赤津サイトのナラ枯れ被害 (3) でも見られている。また 2019 年の枯死木の観察からも、第二期のコナラは主にナラ枯れにより枯死したものと考えられた。

本所でナラ枯れが最初に見つかったのは 2007 年だが (5)、各調査区でナラ枯れが本格的に始まったのは 2009 年の調査以降であると推察される。また 2019 年調査時の枯死木の状態 (4) から、ほとんどのコナラが枯れてから 5 年程度以上経過しているものと考えられた。以上のことから本調査地でナラ枯れが猛威を振るったのは 2010 年代前半であり、愛知県内のナラ枯れ流行の時期 (2) とほぼ一致していた。一方マツ類は、多くがマツ枯れにより枯れ、それは調査を開始する以前から進行していたと推察される。愛知県内でのマツ枯れは 1980 年をピークに年々減り続け 2019 年度の被害はピーク時の約 1 % (1) となっていたが、各調査区においても同様に第一期、第二期を通じてマツ類が大きく減り続けていた。またどの直径階階級にも枯死木が見られ、各直径階の枯死率が 40 % 以上と高かった。以上のように、本所の天然林では 1999 年に優占していたコナラとマツ類がナラ枯れとマツ枯れにより、第一期にはマツ類が、第二期にはコナラとマツ類が大きく本数を減らしていた。またマツ枯れとナラ枯れは犬山市と瀬戸市の天然林の広い範囲で見られ、それぞれの愛知県内での被害状況 (1,2) とほぼ一致していた。

1999 年調査時の本所の天然林はコナラとアカマツが BA 合計の 53 % を優占し、それらに次いでソヨゴ、リョウブ、クロマツ、アオハダなどが占めていた。それが 2019 年にはコナラが BA 合計の 29 % を優占し、次いでソヨゴ、リョウブ、アカマツ、アオハダなどが占める林分へと変化していた。林冠層を占めていた中・大径のコナラとマツ類が枯死したことにより林内の光環境が好転したためヒサカキ、アセビ、ヤブツバキ、サカキ、シロモジなどの本数が増えていた。今後はコナラが BA 合計の優占度を増す一方、マツ類は枯れが進み、ソヨゴ、リョウブ、アオハダなどが空いた林冠部分を一時的に埋めるものと考えられる。しかし 5-10 cm のコナラは年々減少しており、また新規加入木も 2009 年に 3 本、2019 年に 1 本しかなく、現存するコナラ小径木からの林冠木への更新が大きくは見込めない。現在林冠を占めているコナラは今後徐々に減ることが推察され、そうしてできた林冠ギャップをコナラほど樹高の高くならないソヨゴ、リョウブ、アオハダが完全に埋めるとは考え難く、愛知県海上の森のナラ枯れ被害地 2 林分 (6) と同様に、将来的には林冠が閉鎖しきれないまま、林冠下をヒサカキ、アセビ、ヤブツバキ、サカキなどの常緑広葉樹が優占する林分へと移行することが予測される。今後も長期的に本所内の天然林がどのように変化するのかについて 10 年ごとの本調査を継続し、この地域の森林のこれからの変化について明らかにしていきたい。

引用文献

- (1) 愛知県 (2020) 森林病虫害の防除【1】 松くい虫被害と防除 (2020年9月10日更新) . <https://www.pref.aichi.jp/soshiki/shinrin/0000085697.html>
- (2) 愛知県 (2020) 森林病虫害の防除【2】 ナラ枯れ被害と防除 (2020年9月10日更新) . <https://www.pref.aichi.jp/soshiki/shinrin/0000085698.html>
- (3) 井上淳・澤田晴雄・佐藤貴紀・村瀬一隆・嶋田重裕・松井理生・鎌田直人 (2020) 暖温帯二次林におけるコナラのナラ枯れ実態 - 愛知県瀬戸市と静岡県南伊豆町の比較-. 中部森林研究 68 : 47-50
- (4) 齊藤正一・柴田銃江 (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
- (5) 高德佳絵・澤田晴雄・渡部賢・鎌田直人 (2009) 東京大学愛知演習林犬山研究林内におけるカシノナガキクイムシによるナラ枯れ被害の実態. 中部森林研究 57 : 289-292
- (6) 渡辺直登・岡田知也・戸丸信弘・西村尚之・中川弥智子 (2016) 愛知県海上の森におけるナラ枯れ被害林分の森林動態. 日林誌 98 : 273-278

表-1. 各調査年における樹種別の本数と本数割合

樹種	ha当り本数 (本/ha)			本数割合 (%)			本数順位		
	1999年	2009年	2019年	1999年	2009年	2019年	1999年	2009年	2019年
ソヨゴ	381	355	331	17.4	17.2	15.5	1	1	2
コナラ	256	217	150	11.7	10.5	7.0	2	3	5
リュウブ	220	211	185	10.1	10.3	8.7	3	2	3
アカマツ	173	70	29	7.9	3.4	1.4	4	7	14
ヒサカキ	150	256	391	6.8	12.4	18.3	5	2	1
アセビ	138	145	164	6.3	7.1	7.7	6	5	4
シロモジ	114	105	143	5.2	5.1	6.7	7	7	6
ネジキ	110	114	117	5.0	5.5	5.5	8	6	7
アオハダ	80	88	93	3.6	4.3	4.3	9	8	8
ネズミサシ	71	63	45	3.2	3.0	2.1	10	10	11
クロマツ	57	19	8	2.6	0.9	0.4	11	17	25
マルバアオダモ	41	34	37	1.9	1.7	1.7	12	13	13
ヤブツバキ	36	41	62	1.6	2.0	2.9	13	11	9
サカキ	29	34	55	1.3	1.7	2.6	14	12	10
他の樹種 計	334	305	323	15.2	14.8	15.2	他57種	他56種	他53種
合計	2,191	2,058	2,133	100.0	100.0	100.0	合計71種	合計70種	合計67種

1999年の本数が上位14種までを示した。

表-2. 各調査年における樹種別のBAとBA割合

樹種	ha当りBA (m ² /ha)			BA割合 (%)			BA順位		
	1999年	2009年	2019年	1999年	2009年	2019年	1999年	2009年	2019年
コナラ	8.3	9.3	7.3	28.9	34.4	28.6	1	1	1
アカマツ	6.9	3.5	1.6	24.1	13.1	6.2	2	2	4
ソヨゴ	2.7	3.0	3.5	9.6	11.1	13.6	3	3	2
リュウブ	2.2	2.3	2.3	7.6	8.6	9.2	4	4	3
クロマツ	1.1	0.3	0.1	3.8	1.3	0.6	5	13	28
アオハダ	1.0	1.3	1.5	3.3	4.7	6.1	6	5	5
アセビ	0.5	0.6	0.7	1.9	2.3	2.9	7	7	7
ネジキ	0.5	0.5	0.6	1.7	1.9	2.2	8	8	8
アカシデ	0.5	0.4	0.4	1.7	1.3	1.6	9	11	10
ヒサカキ	0.5	0.8	1.3	1.6	3.0	5.0	10	6	6
ネズミサシ	0.4	0.4	0.4	1.4	1.5	1.5	11	9	12
シロモジ	0.4	0.4	0.5	1.3	1.4	2.0	12	10	9
ダムシバ	0.3	0.3	0.4	1.0	1.3	1.5	13	12	11
コシアブラ	0.3	0.3	0.3	0.9	1.0	1.3	14	14	13
他の樹種 計	3.2	3.6	4.5	11.2	13.1	17.9	他57種	他56種	他53種
合計	28.6	27.1	25.5	100.0	100.0	100.0	合計71種	合計70種	合計67種

1999年の本数が上位14種までを示した。

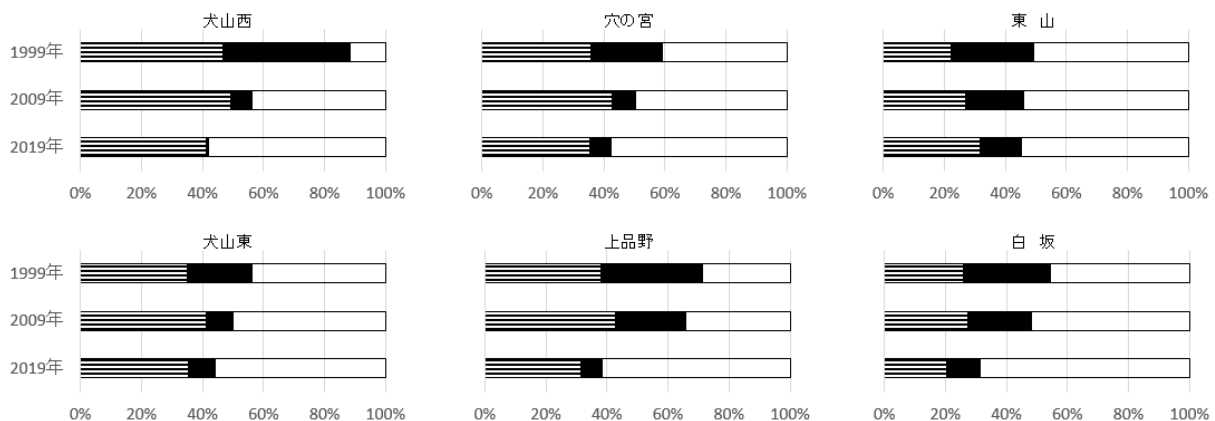


図-1. 各地区におけるコナラとマツ類のBA割合の経年変化

横線がコナラ、黒塗りがマツ類 (アカマツとクロマツ)、白抜きがその他の樹種。

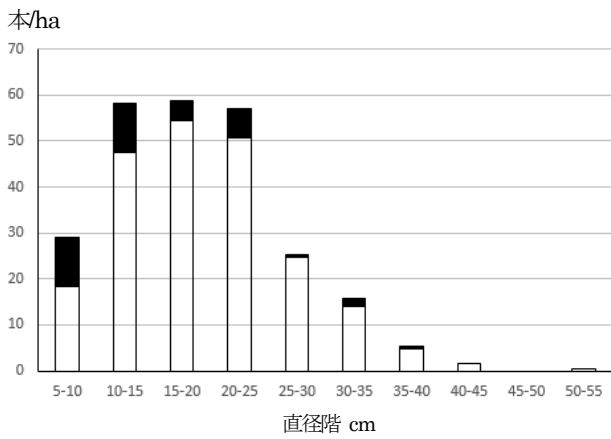


図-2. 1999年調査時のコナラ直径階分布
黒塗りが2009年に枯れ、白抜きが2009年調査時に生存。

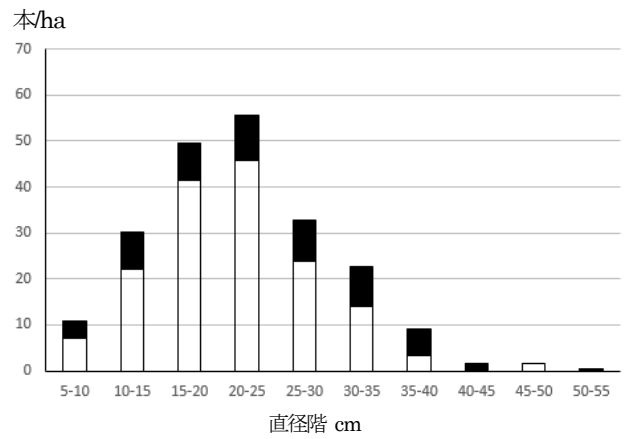


図-3. 2009年調査時のコナラ直径階分布
黒塗りが2019年に枯れ、白抜きが2019年調査時に生存。

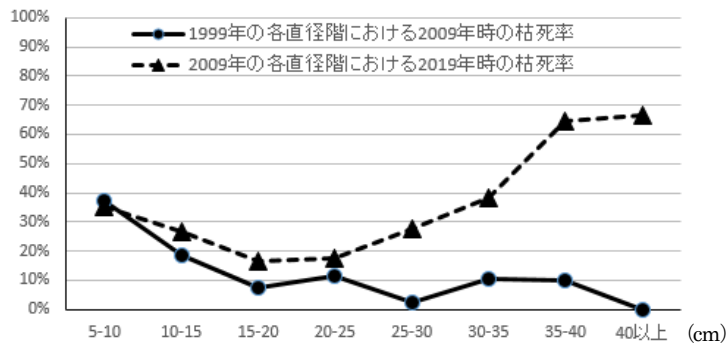


図-4. コナラの直径階別枯死率

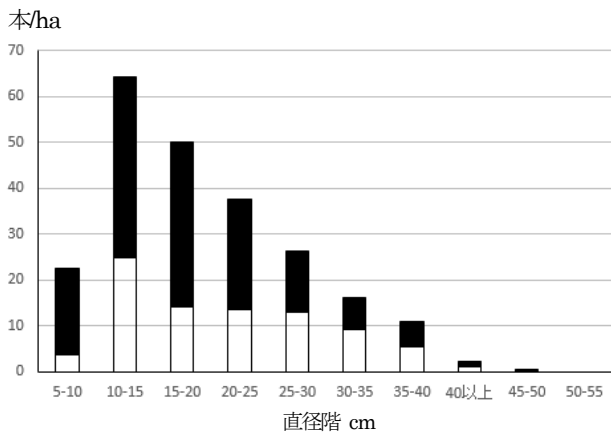


図-5. 1999年調査時のマツ類の直径階分布
黒塗りが2009年に枯れ、白抜きが2009年調査時に生存。

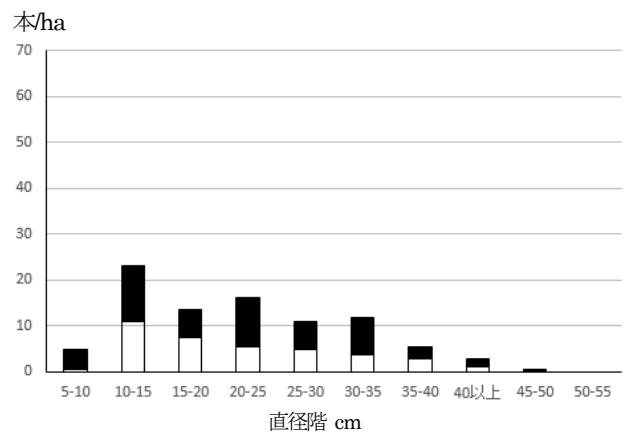


図-6. 2009年調査時のマツ類の直径階分布
黒塗りが2019年に枯れ、白抜きが2019年調査時に生存。

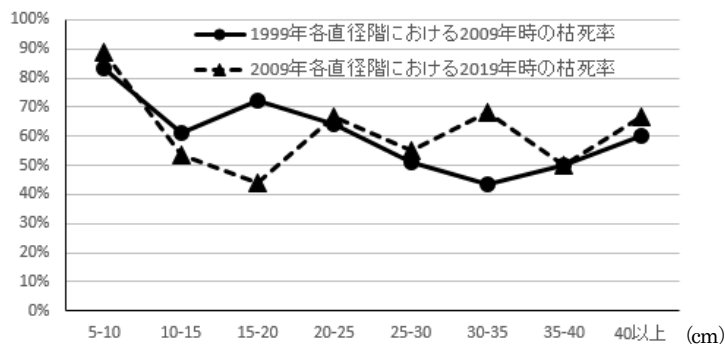


図-7. マツ類の直径階別枯死率