

## 生態水文学研究所白坂小流域の林分構造の変化

—1954年, 2007年, 2014年の調査結果より—

高橋功一・田中延亮(東大生水研)・松井理生(東大北演)

東京大学生態水文学研究所のある愛知県瀬戸市は古くから窯業が盛んなため、燃料である森林は過剰伐採にさらされ荒廃していた。これを復旧すべく東京大学演習林が設置され、白坂小流域で1954年に毎木調査が行われた。同小流域で2007年, 2014年に行われた調査結果と比較した。林分材積はおよそ2倍に増加したが、マツ枯れとナラ枯れの影響により、アカマツとコナラが大きく減少した。また落葉広葉樹の個体数が減少した一方、常緑広葉樹の個体数が増加していることが明らかとなった。

キーワード: マツ枯れ, ナラ枯れ, 遷移, 愛知県

### I はじめに

東京大学演習林生態水文学研究所(以下、生水研という)のある瀬戸市は古くから窯業が盛んである。かつての窯は燃焼効率が悪く多量の薪を必要とし、江戸時代中期にはほとんどがハゲ山となった。生水研はこのような荒廃地の修復技術の研究のため、また砂防工学や水文学の実験実習地として1922年に設置され、苗木の植栽や播種を行ってきた。現在はほぼ全域に森林を成立させることができたが、人工林以外はアカマツやコナラが優占する天然性二次林である(9)。

森林植生の遷移は長期にわたるため、その過程を継続的に調査した研究は少なく、大面積長期継続研究の必要性が指摘されている(4)。荒廃地から森林植生が回復した本研究所の森林は、遷移を解明する貴重な資料と言えるだろう。

1949年に白坂小流域が設けられ、1954年に流域内2.605haの毎木調査を行い林分の材積量を算出した。1998年に小流域全域をカバーするように2.67haの長期生態系プロットを設置し、2007年及び2014年に毎木調査を行った。これら調査結果の比較から、過剰伐採にさらされた林地が森林に復旧する過程と今後の姿について検討する。

### II 方法

#### 1. 調査地の概要

白坂小流域は生水研の赤津研究林内にあり、愛知県瀬戸市北白坂町の北緯35度13分7秒, 東経137度9分54秒に位置する。標高は302m~364mである。北谷と南谷の2つの小流域からなり、流域面積は北谷1.186ha, 南谷1.419haの合計2.605haである。赤津研究林内にある白坂気象観測露場での30年間(1975年~2004年)の年平均気温は12.9°Cであった(月平均気温の最低は1.4°C, 最高は23.9°C)。また1930年~2010

年の81年間の年平均降水量は1858mmであった(9)。

長期生態系プロットは1998年に設定された。小流域全体が覆われるように10m×10mの方形区を配置し、面積は2.67haとなった。2004年には長期生態系プロットの内側に100m×100mの環境省モニタリングサイト1000コアサイトが設定され、毎木調査が毎年行われている。

#### 2. 調査の方法

##### (1) 1954年の調査方法

3月23日から30日にかけて調査が実施された。針葉樹は胸高直径(以下DBHという)を2方向測定し、いずれかが15cm以上の全ての個体を全域(2.605ha)で測定した。DBHは2cm括約で記録した。なおDBHの値を、2方向の平均値としたか、大小いずれかの値としたかについての記録は残っていなかった。DBHが15cm未満の針葉樹と全ての広葉樹の本数と材積は標準地法によって推定された。すなわち北谷は幅4m・全長361mの、南谷は幅4m・全長440mの帯状の調査地をランダムに配置し、調査地内の樹高1.3m以上の全ての樹木のDBHを2cm括約で測定した。標準地調査の結果から、各流域の総本数と総材積を算出した。樹高は5~10%程度の本数をサンプルとして抽出・測定した。材積は当時の名古屋営林局編集「立木幹材積表」を基に算出したと記載してあった。

なお、針葉樹種はヒノキ, ネズ, マツに区別して測定しているが、広葉樹は全て雑木と記載されており樹種分けされていなかった。また、ヒノキとネズについては、合計本数は別々に表記してあるものの、合計材積や胸高直径階別の本数については、両樹種を合わせて集計しているため、ネズの数値はヒノキに含めた。マツについては本調査地に天然更新したアカマツの他、一部に植栽されたクロマツがみられるが(植栽年不明)、これらも区別されていなかった。

TAKAHASHI Koichi, TANAKA Nobuaki, Ecohydrology Research Institute The University of Tokyo Forests, [takakou@uf.a.u-tokyo.ac.jp](mailto:takakou@uf.a.u-tokyo.ac.jp), MATSUI Masaki, The University of Tokyo Hokkaido Forest

Stand structure dynamics in Shirasaka small watershed of Ecohydrology Research Institute -Results of inventories in 1954, 2007, 2014-

## (2) 2007年・2014年の調査方法

2007年の毎木調査は12月4日から2008年2月25日にかけて実施した。DBH測定部位の周囲長（以下、周囲長という）が15cm以上あった樹木については、すべての個体に番号タグを付け、樹種名も記録した。2014年の毎木調査は11月4日から12月5日にかけて実施した。番号タグのある全個体の生死を確認後、周囲長を測定した。新たに周囲長が15cm以上となった個体があった場合は、樹種と周囲長を記録し番号タグを付けた（これを進界木と呼ぶ）。樹高はプロット内に10m×150mと10m×120mの2本の帯状の樹高調査区（0.27ha）を設置し、内側の周囲長15cm以上の全個体の樹高を測定した。

## (3) 材積の計算

2007年・2014年については周囲長をDBHに換算後、5cm以上の個体について2cm括約で集計し直した。昭和34年版の名古屋営林局人工林立木材積表に記載の数式を用いて1ha当りの材積を算出した。

1954年の材積算出方法は詳細が不明なため、2007年・2014年と同様の数式で再計算し、1ha当りの材積を算出した。

樹種の分類はヒノキとネズは合算し、ヒノキとした。アカマツとクロマツも合算し、マツ類とした。広葉樹は樹種分けせず、広葉樹としてまとめた。本数についても同様に合算した。なお2014年の針葉樹本数は2.67ha当たりでヒノキ1080本に対してネズは6本、アカマツ124本に対してクロマツは5本であった。

## III 結果

表-1に各調査年の1ha当たり立木本数と材積を示した。1954年のマツ類は本数・材積ともにヒノキより多かったが、2014年の本数は1954年の10分の1に減少した。ヒノキの2007年の立木本数は1954年と比較すると18%の増加だが、材積は6.5倍増加した。2014年のヒノキの立木本数は2007年とほぼ同数だが、材積は18%増加した。広葉樹の2007年の立木本数は1954年と比較すると28%減少したが、2014年は2007年とほぼ同数であった。広葉樹の2014年の材積は1954年の2.3倍であった。

図-1にヒノキの直径段階別本数を示した。1954年は6~8cmの個体が255本と74%を占めていた。また30cm台（図中の30~38を指す）は3本、40cm台は1本のみで50cm以上の個体はみられなかった。2014年は30cm台が48本、40cm台が17本、50cm以上が4本であり、中大径木が増加した。また6~8cmの個体も136本（34%）あった。

表-1. 各調査年の1ha当たり立木本数と材積 (m<sup>3</sup>)

	1954年		2007年		2014年	
	本数	材積	本数	材積	本数	材積
ヒノキ	345	15.6	409	102.1	407	121.0
マツ類	485	71.9	80	33.5	48	20.2
広葉樹	2183	58.6	1579	141.2	1590	135.7
合計	3013	146.1	2068	276.8	2045	276.9

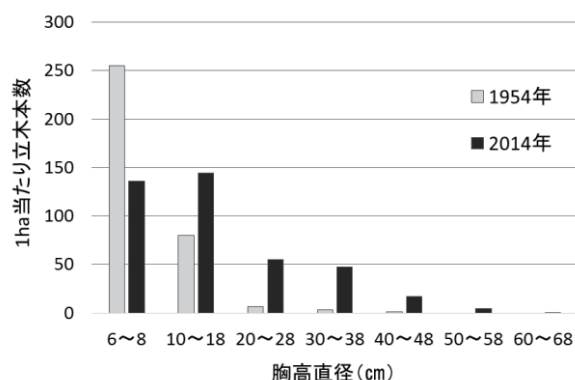


図-1. ヒノキの直径段階別立木本数

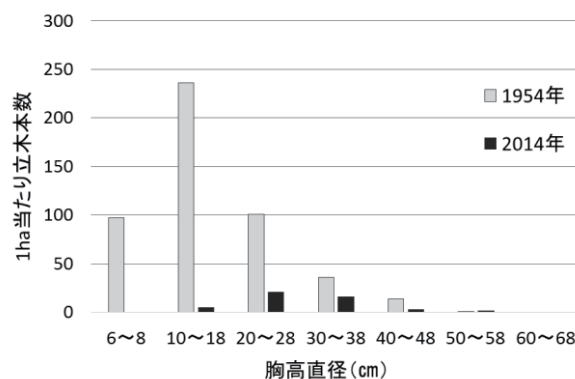


図-2. マツ類の直径段階別本数

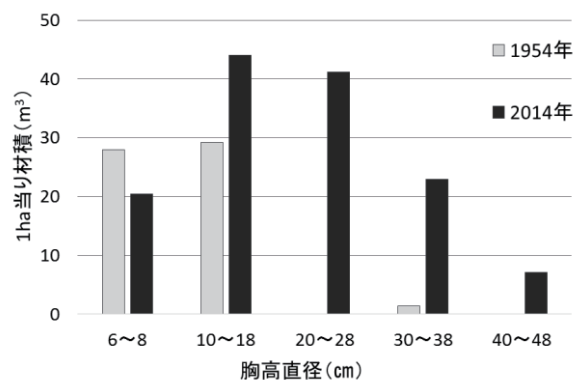


図-3. 広葉樹の直径段階別材積 (m<sup>3</sup>)

表-2. 2007年と2014年のヒノキ・アカマツ・  
主要な広葉樹10種の1ha当たり本数と材積  
(ただしヒノキはネズを含まない。)

	2007年		2014年	
	本数 (本/ha)	材積 (m <sup>3</sup> /ha)	本数 (本/ha)	材積 (m <sup>3</sup> /ha)
ヒノキ	406	102.6	404	120.9
アカマツ	76	32.6	46	19.6
コナラ	200	65.1	139	49.8
コハウチワカエデ	129	10.6	128	11.8
タムシバ	125	9.0	111	9.7
サカキ	251	7.3	293	9.6
アカガシ	28	7.5	27	8.2
アオハダ	57	5.5	57	6.2
ソヨゴ	100	4.7	94	5.4
ヒサカキ	159	2.8	211	3.9
アカシデ	30	3.8	22	3.4
タカノツメ	43	3.2	33	2.7
その他	457	21.9	475	24.9
合計	2062	276.4	2040	276.2

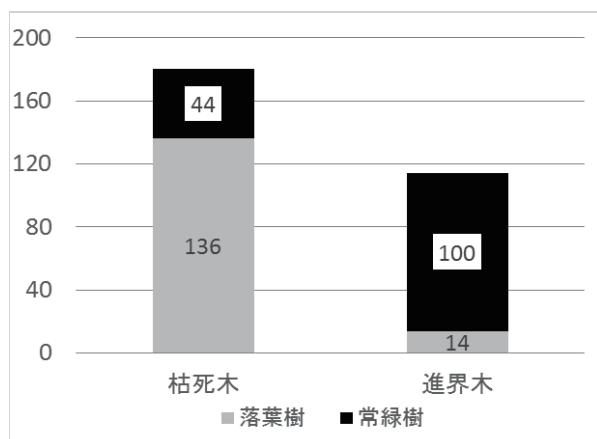


図-4. 2007年から2014年の間に枯死・進界した  
広葉樹の1ha当たり本数

図-2にマツ類の直径段階別本数を示した。1954年は10cm台(図-1と同様に10~18をさす)がもっとも多く236本であった。2014年でもっとも多いのは20cm台の23本であった。1954年は6~8cmの個体が97本みられたが、2014年は0本であった。

図-3に広葉樹の直径段階別材積を示した。1954年のDBH20cm以上の材積割合は2.4%であったのに対して、2014年のDBH20cm以上の材積割合は52.2%であった。なお2014年の最大クラスである40cm台を構成する樹種は、コナラが半数以上(本数割合で52%)であり、他はアカガシ、ホオノキ、ヤマザクラであった。

表-2に2007年と2014年のヒノキ・アカマツ・主要な広葉樹10種の1ha当たり本数と材積を示した。いずれの年もヒノキが本数・材積ともにもっとも多かった。広葉樹の本数はいずれの年もサカキがもっとも多く、材積はいずれの年もコナラがもっとも多かった。

2007年と比較して、2014年はアカマツとコナラが本数・材積ともに大きく減少した。落葉樹であるアカシデとタカノツメの本数も大きく減少した。反対にヒノキの材積、常緑樹であるサカキとヒサカキの本数・材積は大きく増加した。

図-4に2007年から2014年の間に枯死・進界した広葉樹の1ha当たり本数を示した。枯死木の76%は落葉樹であった。また進界木の88%は常緑樹であった。

#### IV 考察

赤井ら(1)は京都市の風致施業林に関する報告で、マツ枯れの続く現状から次第にヒノキの純林に進む心配があると述べており、本調査地においてもヒノキの材積成長は著しい。ヒノキの材積増加はマツ枯れによる光環境の改善が影響したと思われる。しかし、広葉樹の本数はヒノキのおよそ4倍ある(表-1)ことから、ヒノキの純林にはならず、針広混交林になるのではないかと思われる。ヒノキは2014年の直径段階別本数分布をみても逆J字型を示しており(図-1)、連続的に更新していると思われる。耐陰性の高いヒノキの当年生稚樹は多少暗い所でも発生できることから(2)、ヒノキの立木本数は今後も天然更新により一定数は維持されるものと思われる。

中山ら(5)の栃木県におけるアカマツ林の林相変化の調査結果によれば、アカマツ林は植栽されて間もない尾根沿いのヒノキ造林地に発生していた。本調査地にみられるアカマツも1917~1918年のヒノキ植栽前後に天然に侵入したものと思われる。本調査地もかつてはハゲ山でありアカマツの発生には適当な環境であったと考えられる。表-1よりマツ類は60年間で本数は10分の1、材積はおよそ3分の1に減少した。森林・林業白書(7)によれば、マツ枯れ被害は1979年をピークに広範囲に被害を及ぼした。本調査地も例外ではなく、2007年から7年間でおよそ4割のアカマツが枯死し、現在も被害が継続している。またアカマツの進界木は全く見られず(図-2)、森下ら(3)の閉鎖林下ではアカマツの更新は困難であるという指摘と一致した。

広葉樹の優占種はコナラであるが、2007年から2014年の間に本数は31%、材積は24%減少した。これは2009年から本調査地において発生したカシノナガキクイムシによるナラ枯れ被害によるものであろう(8)。コナラは2014年の調査時に進界木が全くないことから、マツ類と同様に将来的には衰退していくものと推察された。茨城県内の高齢ヒノキ人工林内の幼樹はアラカシやサカキ、ヒサカキが大半を占めていたが(6)、本試験地においてもサカキとヒサカキの本数が多かった(表-2)。マツ枯れとナラ枯れに伴う林内光環境改善の恩恵を受けたのはヒノキと常緑広葉樹であると考え

えられた。

## V 結論

本試験地は過剰伐採により荒廃した状態から、一部にヒノキやクロマツが植栽されたものの、多くはアカマツや広葉樹・ヒノキの天然更新によって現在の二次林が形成されたと推測される。一方、尾張地方は気候的に暖温帯林が形成される地域であり、遷移が進むとシイ・カシ類が優占する常緑広葉樹林になると想定される。2007年と2014年の調査結果から、近年はサカキ・ヒサカキ等の常緑広葉樹の個体数が増加していることが明らかになった。本試験地で発生したマツ枯れとナラ枯れが常緑樹林化、すなわち遷移を早めたと考えられた。しかし本試験地の優占種はヒノキであることから、当面は針広混交林の状態が維持されると推察される。白坂小流域の森林を今後も定期的に調査していく予定である。

## 謝辞

データの取りまとめにあたっては本研究所職員の鎌田幸子氏に多大な貢献をして頂いた。この場を借りて深くお礼申し上げる。

## 引用文献

- (1) 赤井龍男・中井勇・岡本憲和・渡辺政俊 (1986) 京都市近郊林における天然性ヒノキ・アカマツ混交林の林分構造と風致施業. 京大演報 57: 128-142
- (2) 赤井龍男・岡本憲和・渡辺政俊・中井勇 (1989) 京都市近郊林における天然性ヒノキ・アカマツ混交林の林分構造と風致施業 (続報). 京大演報 61: 95-109
- (3) 森下和路・安藤信 (2002) 京都市市街地北部森林のマツ枯れに伴う林相変化. 京大森研 74: 35-45
- (4) 中静透(1991) 森林動態の面積長期継続研究について. 日生態会誌 41: 45-53
- (5) 中山みどり・逢沢峰明・松英恵吾・大久保達弘 (2010) 船生演習林における過去 31 年間 (1975~2006 年) のアカマツ林の林相変化. 宇大演報 46: 7-18
- (6) 太田敬之・須崎智広・安藤博之・鈴木和次郎 (2016) 茨城県高齢ヒノキ人工林における林床幼樹の動態. 日林講 127: 250
- (7) 林野庁 (2009) 平成 20 年度森林・林業白書. 182pp
- (8) 澤田晴雄(2012) 東京大学生態水文学研究所長期生態系プロットにおけるカシノナガキクイムシの初期穿入状況. 中森研 60: 147-150
- (9) 東京大学農学生命科学研究科附属演習林(2012). 演習林 51: 305-396