

筑波大学陸域環境研究センターに隣接するアカマツ林における 樹種構成の長期変化について

Long-term Change in Composition of Tree Species in the Japanese Red Pine Forest Adjacent
to Terrestrial Environment Research Center, University of Tsukuba

林 敦史*・田中 正**

Atsushi HAYASHI* and Tadashi TANAKA**

要 旨

林地の水収支がどのように変化し、将来どのようになるかを予測するためには、林分構造を把握することが必要である。そこで、陸域環境研究センターのアカマツ林において、全ての樹種に対して毎木調査を行い、これまでの研究と比較し樹種構成の長期変化を明らかにすることを目的とした。

毎木調査を行った結果、最も多い個体はシラカシであり、全体の42.3%を占めていた。次にヒサカキ(27.1%)、アカマツ(7.1%)となっていた。また胸高断面積でも、シラカシが最も多くの割合を占めていたことから、アカマツ林からシラカシ林への遷移が進行していることが分かる。またアカマツの立木密度の時系列変化で得られた回帰式から、2020年にはシラカシ林への遷移がほぼ完了すると考えられる。本対象領域の林分構造は、これまでにアカマツが高層木として優占していたが現在ではシラカシが優占し、低層木としてヒサカキが優占している状況である。

1 はじめに

アカマツは我が国でもっともポピュラーな樹種の一つである。アカマツは耐陰性の低い陽樹であるため、下層植生などによって光が入らなくなると枯死する。また、今日では森林管理が放棄されるようになり、多くの地域でアカマツ林から陰樹である常緑広葉樹への遷移が進み始めている。これらの現象は、林分構造を変化させ、林地の水収支にも影響することが考えられる。それゆえ、林

地の水収支がどのように変化し、将来どのようになるかを予測するために、林分構造の変化を把握することが必要である。

これまでに、陸域環境研究センターに隣接するアカマツ林においては毎木調査が行われてきた(山下・林, 1987; 宇佐美・及川, 1993; 飯田ほか, 2001)。本研究対象地域のアカマツ林は、1980年から下層植生の伐採が中止され、様々な植物が林内へ侵入している。宇佐美・及川(1993)では、シラカシ林への移行は20年以上かかると

* 筑波大学大学院生命環境科学研究科大学院生

** 筑波大学国際部

予測されている。また飯田ほか（2003）では、アカマツの立木密度の時系列変化の回帰式から、2020年頃にはアカマツがほぼ枯死すると推定された。しかしながら、これまでの研究では、アカマツ以外のすべての下層植生を対象とした評価は十分になされていない。したがって、遷移の進行を正確に評価するためにも、すべての樹種に対して毎木調査をする必要がある。

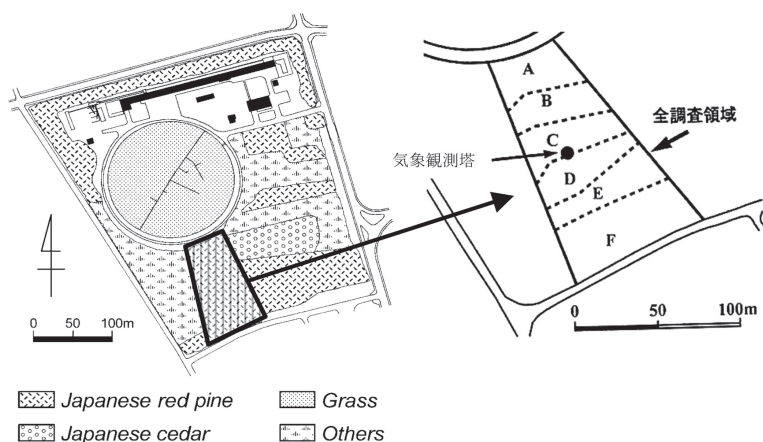
このような観点から、陸域環境研究センターのアカマツ林を対象として、全ての樹種に対して毎木調査を行い、これまでの研究と比較して樹種構成の長期変化を明らかにすることを本研究の目的とした。

II 調査方法

調査対象地域は筑波大学陸域環境研究センターに隣接するアカマツ林である。本アカマツ林は前述したとおり、下層植生が侵入している。対象林分を主に構成している樹種としては、アカマツ (*Pinus densiflora* Sieb. Et Zucc), シラカシ (*Quercus myrsinaefolia* Blume), ヒサカキ (*Eurya japonica* Thunb), コナラ (*Quercus serrata* Thunb) などが存在している。

Sugita (1985) によると、本研究対象林地のアカマツ林の総面積は 1.9 ha に及ぶが、これまでの調査と比較するために 0.9 ha の領域 (第 1 図) を対象にして毎木調査を行った。今回の調査では、飯田ほか (2003) との結果を比較するために、樹高が 4 m 以上のすべての樹木を対象に胸高直径 (Diameter at Breast Height, DBH) を測定した。樹木の高さ 1.3 m 部分を巻き尺で測定した値を胸高周囲長とし、樹幹を円形であると仮定して DBH の算出を行った。測定は 2009 年の 11 月から 12 月にかけて行った。2006 年にも領域内の全てのアカマツに対して DBH の測定が行われているので、その結果についても記述する。

飯田ほか (2003) によれば、コドラートを用いて調査を行う場合、樹木の不均一性を考慮するためには、本研究対象地では少なくとも 400 m² の範囲が必要である。これまでの研究例では、アカマツ以外の樹種に対して毎木調査したものに宇佐美・及川 (1993) が挙げられるが、対象領域が狭く、飯田ほか (2003) や本研究と比較することが難しい。このため、アカマツ以外の樹種に関しては、飯田ほか (2003) の結果を中心に比較を行うことにする。



第 1 図 調査対象領域

III 結果および考察

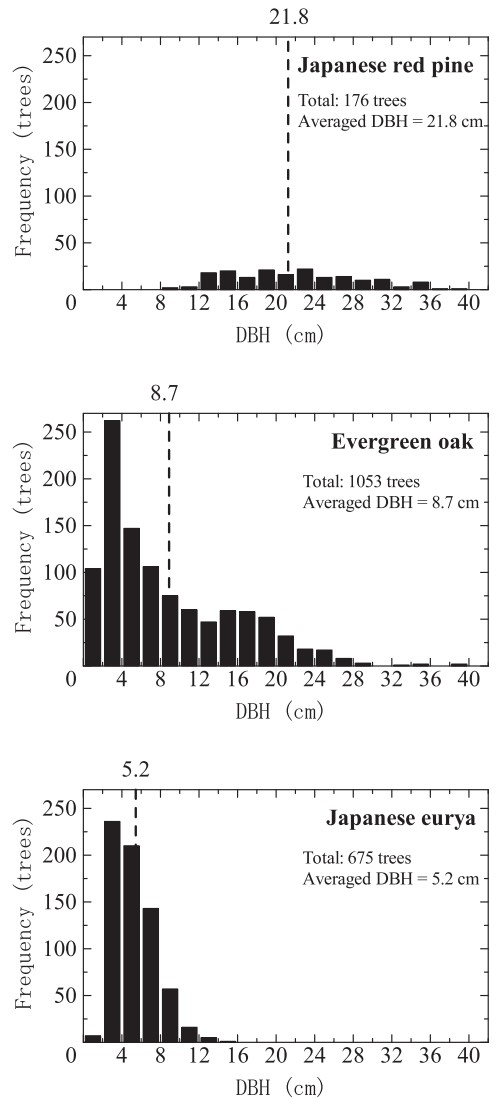
1. 毎木調査の結果

第1表に今回実施した全領域の毎木調査の結果を示す。対象林分のうち、最も多い個体はシラカシであり、全体の42.3%を占めていた。次にヒサカキ(27.1%)、アカマツ(7.1%)となっている。その他にはヤマウルシ(*Rhus trichocarpa* Misq) やコナラ(*Quercus serrata* Thunb) などが含まれる。また胸高断面積の割合でも、シラカシが37.1%と最も高い割合を占め、次いでアカマツ(25.9%)、ヒサカキ(6.1%)となっている。樹種構成の結果から、本アカマツ林はシラカシ林への遷移が進行し、後述するようにその最終段階に達しつつあるものと考えられる。

対象領域でのアカマツ、シラカシ、ヒサカキのDBHのヒストグラムを第2図に示す。アカマツ、シラカシ、ヒサカキのDBHの分布幅はそれぞれ8~40 cm, 0~40 cm, 0~16 cmとなっており、アカマツとシラカシのDBHの分布幅が重なるようになっている。飯田ほか(2003)によると、シラカシのDBHと樹高との間には以下のような相関関係が存在する。

$$H = 0.50DBH + 4.60 \quad (1)$$

ここで H は樹高(m)、 DBH (cm)は胸高直径を表す。また、調査対象領域のアカマツの平均樹高は15 mであると報告されている(飯田ほか, 2003)。したがって、シラカシのDBHが約20 cm以上になると、シラカシの樹高はアカマツの樹冠



第2図 対象全領域におけるアカマツ、シラカシ、ヒサカキの胸高直径のヒストグラム

第1表 対象領域における樹種出現本数と胸高断面積

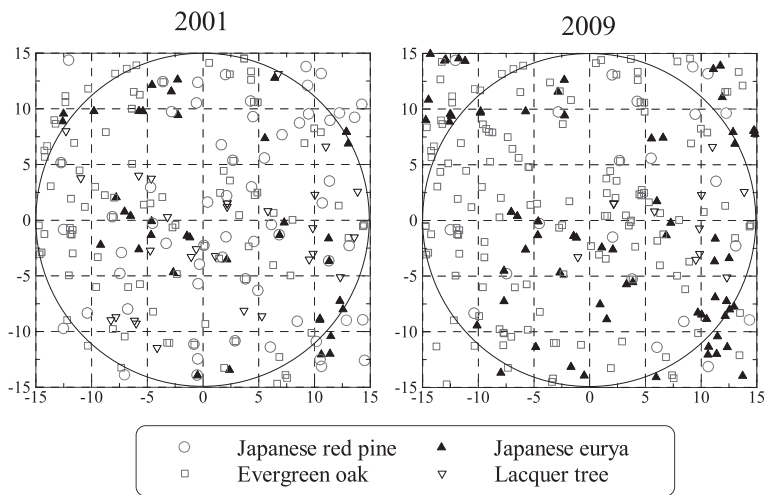
Species	2009			
	Total trees	Percentage	Basal area (cm ²)	Percentage
<i>Pinus densiflora</i>	176	7.1	71694	25.9
<i>Quercus myrsinaefolia</i>	1053	42.3	103000	37.1
<i>Eurya japonica</i>	675	27.1	16978	6.1
Others	586	23.5	85600	30.9
Total	2490	100.0	277272	100.0

に達することになる。本研究では、アカマツ林内に設置された気象観測塔から、シラカシがアカマツの樹冠に達していることを確認した。また、宇佐美・及川（1993）ではこうした状況は2012年に達すると予測されていたが、その予測とほぼ同じような結果となっている。

飯田ほか（2003）では、気象観測塔を中心にアカマツ、シラカシ、ヒサカキ、ヤマウルシの分布状態を明らかにしている。今回の調査でも同じ対象領域において毎木調査を行い、飯田ほか（2003）と比較を行った。第3図は2001年と2009年の各樹種の分布状態を示したものである。この結果からも調査対象領域においてはアカマツ林からシラカシ林への遷移が進行していることが分かる。シ

ラカシとヒサカキの分布状態は非常に不均質であり、1辺5mのコドラートを設定した場合、各コドラート内の分布値は大きく異なる。これはシラカシ、ヒサカキは耐陰性の強い陰樹であるため、樹木が密になる部分が存在するためであると考えられる。アカマツが枯れた部分にはシラカシやヒサカキの分布がまだ見られないため、今後さらにシラカシやヒサカキの本数が増えることが予想される。また第2表は、この領域内での各樹種の出現本数と胸高断面積を示したものである。この領域内では2009年調査時のシラカシの占める割合は58.26%であり、2001年に調査した時よりも高い数値を示した。

第4図は、同領域内でのシラカシとヒサカキの



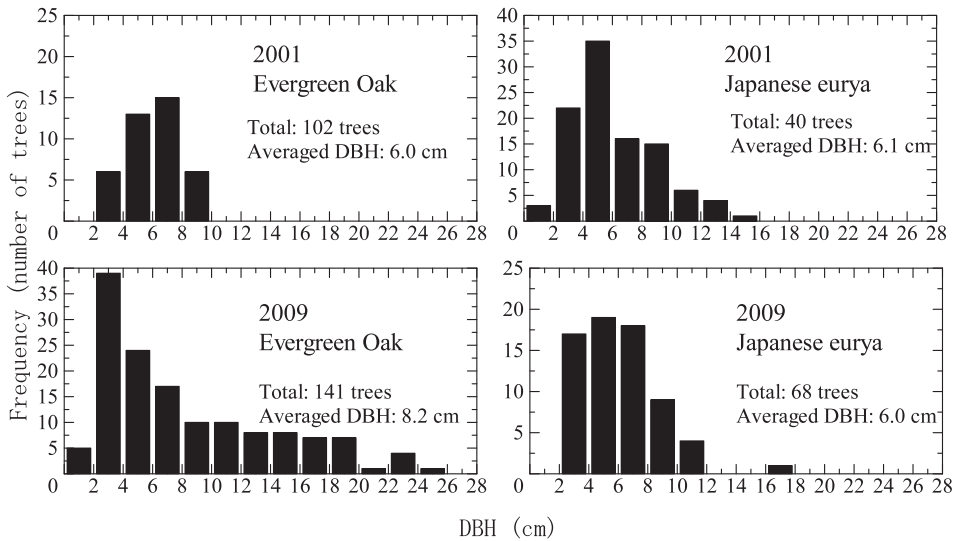
第3図 2001年と2009年の気象観測塔周辺のシラカシとヒサカキの分布

第2表 2001年と2009年における気象観測塔周辺の樹種の出現本数と胸高断面積

Species	2001				2009			
	Total trees	Percentage	Basal area (cm ²)	Percentage	Total trees	Percentage	Basal area (cm ²)	Percentage
<i>Pinus densiflora</i>	65	27.54	18373	76.79	22	9.09	8793	38.46
<i>Quercus myrsinaefolia</i>	102	43.22	3716	15.53	141	58.26	11357	49.68
<i>Eurya japonica</i>	40	16.95	1277	5.34	68	28.10	2356	10.31
<i>Rhus trichocarpa</i>	29	12.29	560	2.34	11	4.55	355	1.55
Total	236	100.00	23926	100.00	242	100.00	22861	100.00

第3表 各調査領域における毎木調査の結果

Field	Area m ²	1999		2006		2009	
		Total trees	Stand density trees/100m ²	Total trees	Stand density trees/100m ²	Total trees	Stand density trees/100m ²
A	1286	52	4.0	22	1.7	19	1.5
B	1090	58	5.3	27	2.5	22	2.0
C	1328	118	8.9	69	5.2	46	3.5
D	1147	92	8.0	44	3.8	33	2.9
E	1322	99	7.5	49	3.7	31	2.3
F	2686	147	5.5	37	1.4	25	0.9



第4図 2001年と2009年における気象観測塔周辺のシラカシとヒサカキの胸高直径のヒストグラムの時系列変化

DBHのヒストグラムの時系列変化を示したものである。2001年ではシラカシのDBHの範囲は0～16 cmであったが、2009年には0～26 cmとその範囲が大きくなっている。一方、ヒサカキはシラカシほど分布の広がりには大きくない。これはシラカシの樹冠がアカマツの樹冠に達し、ヒサカキよりも光を多く受け取れるようになったため、DBHが大きくなったものと考えられる。また、シラカシ、ヒサカキともに2009年の方が2001年よりもDBHが2～4 cmの頻度が高くなっているのは、稚樹が成長し、今回の測定条件である樹高が4 m以上に成長したことが原

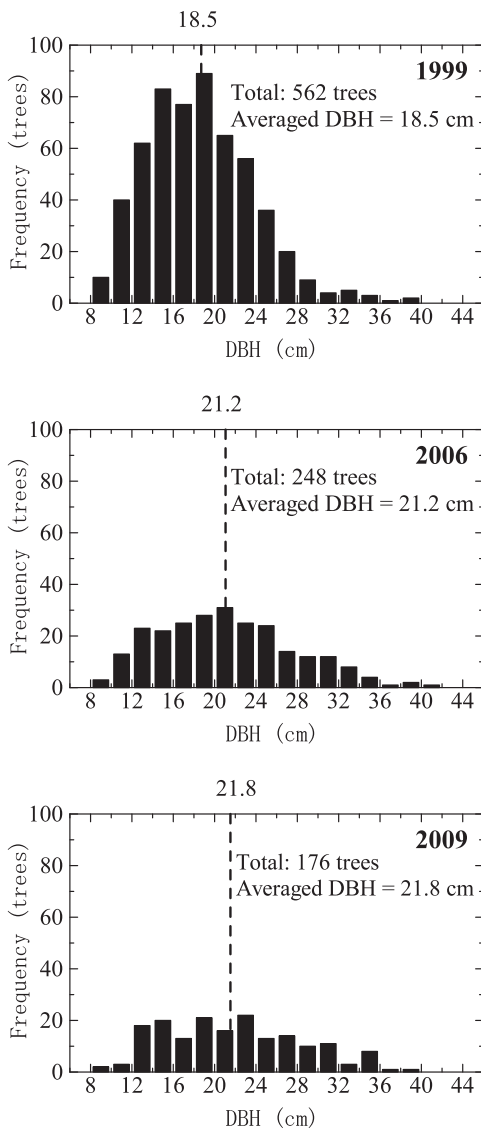
因として考えられる。

2. 立木密度の変化

第5図は調査対象領域でのアカマツのDBHの時系列変化を示したものである。1999年と比較すると2006年や2009年のほうが平均DBHの値は大きくなっている。これは、アカマツが成長したのではなく、DBHの小さい個体が枯死したり倒木したことによって相対的にDBHが増加したと考えられる。DBHの小さいアカマツは樹高が低いものが多く、周囲の樹木の生長により光が入らなくなるため、耐陰性の低い陽樹であるアカマ

ツは枯死したと考えられる。宇佐美・及川 (1993) では、2012年でのアカマツの立木密度は12本/400 m²と予測していたが、それを上回る割合で減少していることが分かる。

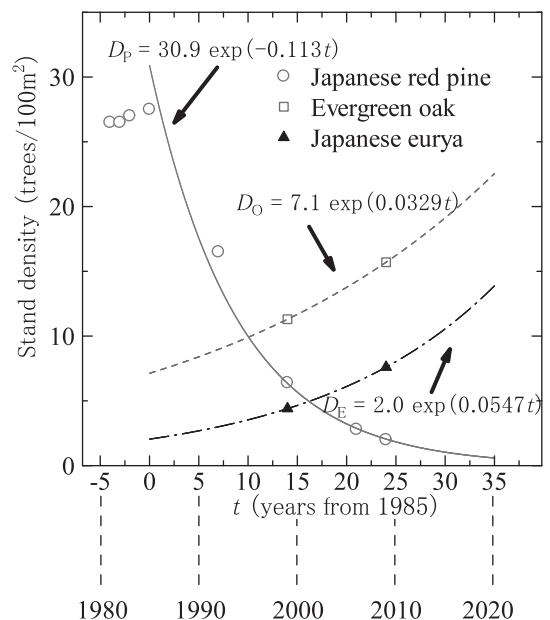
飯田ほか (2001) では、同対象領域を6つの小領域に分け、アカマツの立木密度の分布状況を報



第5図 1999年、2006年、2009年のアカマツの胸高直径のヒストグラムの時系列変化

告している。第3表は1999年、2006年、2009年の各領域内のアカマツの立木密度を表したものである。全ての年でC領域の立木密度が最大であった。一方AやF領域の立木密度が小さいことが分かる。AとF領域は対象林分の両端に位置するため、光が入りやすいことからアカマツ以外の樹種が成長し遷移が進行することで、アカマツが枯死しているものと考えられる。また風の影響も受けやすいことから、強風によって倒木することも考えられる。1999年から2009年にかけては全体的に同じような割合でアカマツの立木密度が減少していることから、アカマツの衰退は、局所的なものではなく対象領域全体で進んでいることが分かる。

第6図はアカマツ、シラカシ、ヒサカキの立木密度の時系列変化を示したものである。シラカシとヒサカキについては同じ領域にするために気象観測塔の周辺で得られた立木密度のデータを用いて、回帰式を作成した。それぞれの回帰式は以下



第6図 アカマツ、シラカシ、ヒサカキの立木密度の変化

のようになった。

$$D_P = 30.9 \exp(-0.113t) \quad (2)$$

$$D_O = 7.1 \exp(0.0329t) \quad (3)$$

$$D_E = 2.0 \exp(0.0547t) \quad (4)$$

ここで、 D は立木密度（本/100 m²）、 t は1985年からの経過年数（年）、下付き添え字のPはアカマツ、Oはシラカシ、Eはヒサカキを表す。得られた回帰式からアカマツは2020年にはほぼ枯死するものと推定される。この結果は飯田ほか（2003）の結果と同様である。シラカシとヒサカキに関しては、得られた情報が少ないために現時点で評価することは困難であるが、高層木としてシラカシが、低層木としてヒサカキが卓越していることを確認することができる。しかし、今後どのような林分構造になるかは予測することが難しく、今後も毎木調査を継続的に行っていくことが必要である。

IV まとめ

筑波大学陸域環境研究センターに隣接するアカマツ林において、毎木調査を行った結果、以下のことが明らかになった。

- 1) 対象林分のうち、最も多い個体はシラカシであり、全体の42.3%を占めていた。次にヒサカキ（27.1%）、アカマツ（7.1%）となっていた。また胸高断面積でも、シラカシが最も多くの割合を占めていたことから、シラカシ林への遷移が進行していることが分かる。
- 2) 立木密度の時系列変化で得られた回帰式から、2020年にはシラカシ林への遷移がほぼ完了するものと推定される。また、現時点においては本対象領域の林分構造はこれまでにアカマツが高層木として卓越していたが現在ではシラカシが卓越し、低層木としてヒサカキが卓

越している。

これまでの研究ではアカマツを中心に調査が行われてきたが、本研究によって調査対象領域におけるシラカシとヒサカキのデータが加わったことにより、アカマツ林地の林分構造がより明確になった。今回の研究によって対象林地ではシラカシ林への遷移が進行していることが確認できたが、今後ヒサカキも低層木として卓越することが予想される。このことから、対象としたアカマツ林地の林分構造の変化を明らかにするためには、今後も毎木調査を実施する必要があるものと考えられる。

文献

- 飯田真一・濱田洋平・田中 正（2001）：筑波大学陸域環境研究センターに隣接するアカマツ林の胸高直径と立木密度の変化について。筑波大学陸域環境研究センター報告，**2**, 1-6.
- 飯田真一・濱田洋平・安部 豊・田中 正（2003）：筑波大学陸域環境研究センターに隣接するアカマツ林の下層植生について。筑波大学陸域環境研究センター報告，**4**, 1-9.
- 宇佐美哲之・及川武久（1993）：アカマツ林内の光微環境とシラカシ稚樹の成長特性。筑波大学水理実験センター報告，**17**, 79-89.
- 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.
- Sugita, M. (1985) : Factors affecting evapotranspiration of a forest. *Geographical Review of Japan., Series B*, **58**, 74-82.

（2010年5月31日受付，2010年9月9日受理）