

原 著

岡山県自然保護センターの森林植生 —現在の森林植生と開所後30年間の変遷—

柿 真理¹⁾

Forest vegetation in the Okayama Prefectural Nature Conservation Center:
Current forest vegetation and changes in forest vegetation 30 years after establishment

Makoto KAKI¹⁾

ABSTRACT:

To understand the current state of forest vegetation at the Okayama Prefectural Nature Conservation Center (ONCC) and to examine the changes since its establishment (1991–1992), a vegetation survey was conducted from 2018 to 2024. Using statistical analysis and hierarchical classification, community composition tables were created and compared. The following findings were obtained: 1) Currently, three types of vegetation exist along the gradient from valley floor to peak: *Quercus serrata* tall tree community, and two types of *Pinus densiflora* dominant vegetation ‘*Pinus densiflora*–*Eurya japonica* shrub community’ and ‘*P.densiflora*–*Lyonia ovalifolia* var. *elliptica* shrub community’. 2) The four types of *P.densiflora* communities that were prevalent throughout ONCC at the time of its establishment have shown a tendency to transition to *Q.serrata* tall tree community from valley floor to lower slopes and to the two types of *P.densiflora* dominant vegetation from ridge to mid slopes. 3) In the *P.densiflora* dominant vegetation, although *P.densiflora* trees dominate the tall tree layer, their coverage is low across all layers, indicating a significant decrease in *P.densiflora* since ONCC establishment. 4) The influence of interspecific competition was considered to be a weak factor in the decline of *P.densiflora*, and the effect of pine dieback caused by pine weevils was considered to be a major factor in the decline.

キーワード：マツ枯れ，岡山県自然保護センター，遷移，森林植生，植生変化

はじめに

岡山県自然保護センター（以下，センター）の森林植生は，西本・波田（1994）により開所当時（1991–1992年）の現存植生が報告されている。しかし，これ以降，約30年間センターの森林植生を対象とした調査は行われていない。現在のセンターの森林植生を記録することは，利用者への基本的な資料として有益であろう。そこで，本報の目的は，センターの森林植生の現状を記録するこ

ととして現地調査を実施した。また，センター開所当時の森林植生と現在の森林植生の相違点について考察した。

調査地概要

センターは，岡山県東部の吉備高原台地の南端を構成する和気郡和気町田賀に位置しており，標高は約160–310 m，敷地面積は約100 haである（図1）。センター敷地内には国内屈指の規模を誇る人工湿原「湿生植物園」や「虫の原っぱ」等の

1) 岡山県自然保護センター Okayama Prefectural Nature Conservation Center

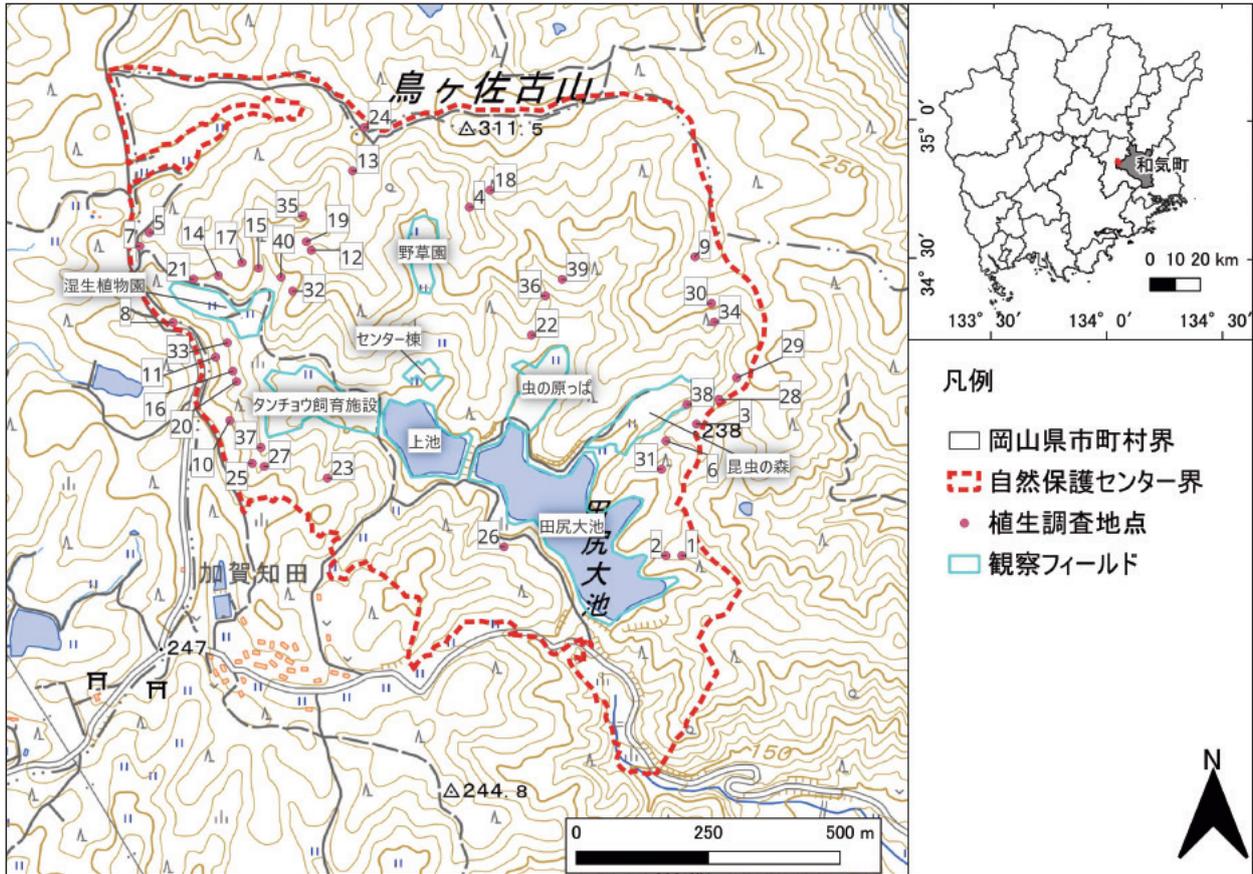


図1. 岡山県自然保護センター及び植生調査地点位置図. 国土地理院タイル及び国土数値情報を改変して作成. 植生調査地点の数字は西本・波田 (1994) の通し番号に対応.

種々の観察フィールドが整備されており、開設当時 (1991–1992年) は山頂や尾根から斜面にかけてアカマツ林が発達していた. 表層地質は、中生界の角閃石と黒雲母を含む中粒花崗岩 (光野・西部技術コンサルタント株式会社, 2020) であり、表土は花崗岩の風化によってできた真砂土で覆われる地域である. 気候は、センターから最も近い和気気象観測所 (岡山県和気郡和気町) における1991–2020年の平年値で、年間降水量1208.1 mm、年間平均気温14.2°Cであった (気象庁, <https://www.jma.go.jp> : 2024年11月10日閲覧). また、過去の気象データより作成した雨温図 (図2) から、梅雨 (6–7月) と台風 (9月) の時期に降水量のピークをもち、比較的温暖で乾燥した気候を特徴とする「瀬戸内式気候区」 (岡山県自然保護課, 1993) であることがわかる. また、吉良 (1971) の暖かさの指数 (WI) 及び寒さの指数 (CI) を算出すると $WI=114.2$, $CI=3.5$ となり、暖温帯 ($WI: 85-180$, $CI: \leq 10$) に属する. 本報で用いる地形

図は、QGIS 3.34.12 (<https://qgis.org/ja/site/>, 2024年11月10日閲覧) を用いて加工及び作成を行った.

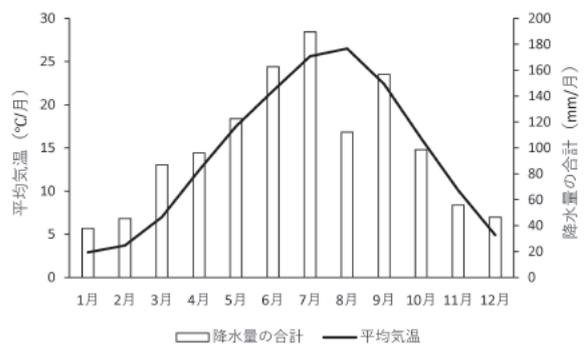


図2. 和気の雨温図. 過去気象資料を改変して作成.

方法

1. 植生調査

植生調査は、Braun-Blanquet (1964) による植物社会学的調査手法を用いて、西本・波田 (1994) が調査した地点と原則同じ場所、一部近隣の類似

の環境を代替地点として設定し、計40地点実施した(図1)。調査を行った年月日は次の通りである。

2018年：6月13日, 7月11日, 8月10日,
9月27日, 11月14日

2019年：10月13日

2020年：6月11日, 6月17日, 7月10日

2024年：10月3日, 10月31日, 11月4日

現地調査は、原則10 m四方の方形区を設定し、高木層 (T1)、亜高木層 (T2)、低木層 (S)、草本層 (H) の植生高・植被率及び各階層における種ごとの被度階級、高木層の代表木の胸高直径等を記録した。現地で種を同定できなかったものは、持ち帰った後、同定作業を行った。

2. データ解析

植生タイプごとに区分するため、現地調査により得られた種組成及び被度を基に、Horn法による距離計算後、階層クラスター分析 (Ward法) を行った。植生タイプを特徴づける指標種を抽出するために指標種分析を行った。以上の統計解析結果を基に階層別表操作を行い、群落組成表及び総合常在度表を作成した。なお、解析時には、被度階級をパーセント (+ : 0.1%, 1 : 2.5%, 2 : 15%, 3 : 37.5%, 4 : 62.5%, 5 : 87.5%) に換算し、一部代替した地点は西本・波田 (1994) の代替前の地点として扱った。

現地調査により得られた地形、高木層植被率、

最大植生高、開所当時の植生区分、現存植生区分を基に区分間の比較のため、Kruskal-Wallis検定を用いて解析し、統計的に有意な差がみられた場合Bonferroni補正を適用したDunn検定による多重比較を行った。また、開所から約30年間の植生遷移を考察するため、各植生区分の開所当時と現在の高木層植被率についてはWilcoxonの符号付順位和検定を、最大植生高については対応のあるt検定を用いて比較検討した。なお、地形要素は便宜的に連続変数 (山頂 : 6, 尾根 : 5, 斜面上部 : 4, 斜面中部 : 3, 斜面下部 : 2, 谷底 : 1) に変換して扱った。上記の統計解析には、R4.3.1 (<https://www.r-project.org/>, 2024年11月7日閲覧) を用いた。

結果と考察

1. 現存森林植生とその30年間の変遷

現地調査で得られた植生データを階層クラスター分析した結果、3つのグループに分けられた(図3)。これら3グループについて指標種分析を行った結果、指標種は表1の通りであった。以上の結果を基に表操作を行った結果 (表2, 表3), 6種群が確認され、現在センターの森林植生には次の3つの植生タイプが存在すると考えられた。

A. コナラ (T1) 群落 (17地点)

コナラ (T1), ウリカエデ (H), ヒメカンスゲ (H), アベマキ (T1) を指標種として特徴づけられ

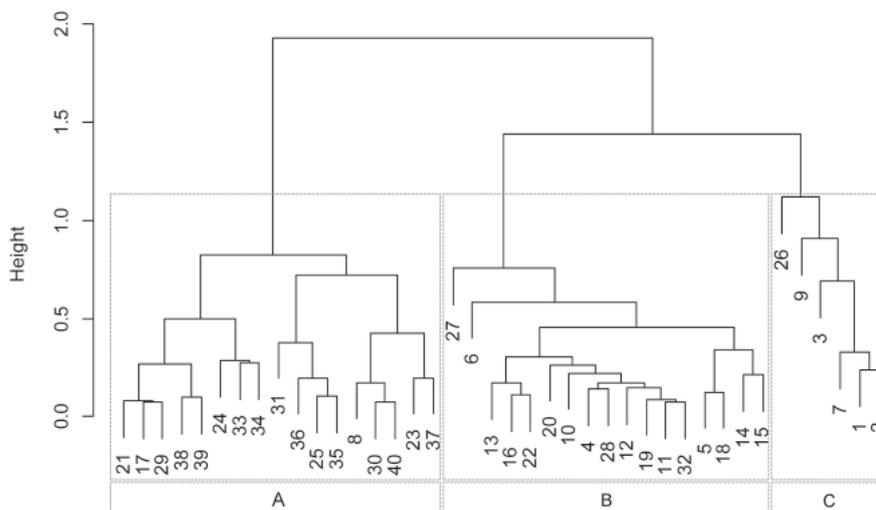


図3. 岡山県自然保護センターの森林植生の階層クラスター分析結果。数字は地点番号を表す。

る群落である。随伴種としてカスミザクラ (T1), コシアブラ (T2), フジ (H), シシガシラ (H) が出現する。本区分は斜面下部や谷底に成立し、他の区分と比較して有意な差があった (図4; $p < 0.05$)。また、高木層の植被率 (平均60.59%) 及び最大植生高 (平均15.47%) はともに他の区分と比較して有意に高かった (図5; $p < 0.05$)。開所当時と比較すると、高木層の植被率、最大植生高ともに有意差はなかったものの減少傾向にあった (図5)。これは、過去に優占していたアカマツの枯損などによるものと考えられる。以上のことから、斜面下部や谷底といった比較的水分条件の良い立地によりコナラ・アベマキ等の落葉広葉樹林が維持されているものの、開所から現在に至るまでの間にマツ枯れなどにより一部の高木が消失したと考えられる。

B. アカマツ-ヒサカキ (S) 群落 (17地点)

ヒサカキ (S) を指標種として特徴づけられる群落であり、随伴種としてアラカシ (H) などを含む。指標種のヒサカキ (S) は“コナラ (T1) 群落”でも高い被度で見られる一方、コバノミツバツツジ (H), アカマツ (T1・H), ミヤマガマズミ (H), モチツツジ (H), ネズミサシ (T2・H) は後述の“アカマツ-ネジキ (S) 群落”と共通しており、両群落の中間的な種組成である。地形と

しては主に斜面上部から斜面中部に成立する (図4)。また、高木層の植被率 (平均20%), 最大植生高 (平均12.67%) はコナラ (T1) 群落と比較して低く (図5), 高木層を欠く地点もあった (表3)。開所当時と比較すると、高木層の植被率はわずかに減少傾向、最大植生高はわずかに上昇傾向がみられたもののどちらも有意差はなかった (図5)。以上のことから、斜面上部や斜面中部といった水分条件、光条件ともにある程度確保しやすい立地により、開所から現在に至るまでヒサカキ (S) やアラカシ (H) といった照葉樹林構成種が侵入・生長できたものの、貧栄養や水不足などの環境要因により高木樹種の生長が制限されているものと考えられる。

C. アカマツ-ネジキ (S) 群落 (6地点)

ネジキ (S), ススキ (H), コナラ (T2・S), ナツハゼ (S), ケネザサ (H), アカマツ (T1 (枯死)・T2), ネズミサシ (S) コバノミツバツツジ (S), ソヨゴ (H), カンサイスノキ (H) を指標種として特徴づけられ、その種組成から典型的な西日本の照葉樹林帯のアカマツ二次林と考えられる。地形としては主に山頂、尾根に成立する (図4)。高木層の植被率 (平均20.83%), 最大植生高 (平均11.67%) は低い傾向にあった (図5)。開所当時と比較すると、高木層の植被率は増加傾向、

表1. 岡山県自然保護センターにおける森林植生の3グループに区分した場合の指標種分析結果。Indicator value が大きいほど植生区分を特徴づけており、 p value の値が小さいほど結果の信頼性が高いことを示す。今回指標種として定義した Indicator value $\geq 25\%$ かつ $p < 0.05$ を満たす種のみ抽出して記載した。

植生区分	階層	種名	Indicator value (%)	p value	freq	
A	T1	コナラ	<i>Quercus serrata</i>	93.8	0.001	917.5
	H	ウリカエデ	<i>Acer crataegifolium</i>	41.9	0.048	1.7
	H	ヒメカンスゲ	<i>Carex conica</i> f. <i>conica</i>	41.9	0.048	1.7
B	T1	アベマキ	<i>Quercus variabilis</i>	35.3	0.021	60.1
	S	ヒサカキ	<i>Eurya japonica</i>	52.6	0.001	1360.2
	S	ネジキ	<i>Lyonia ovalifolia</i> var. <i>elliptica</i>	88.0	0.001	66.1
	H	ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i>	82.9	0.003	38.5
	S	コナラ	<i>Quercus serrata</i>	80.4	0.001	3.2
	S	ナツハゼ	<i>Vaccinium oldhamii</i>	79.5	0.001	25.7
	H	ケネザサ	<i>Pleioblastus shibuyanensis</i> var. <i>basihirsutus</i>	79.4	0.020	139.6
	T2	アカマツ	<i>Pinus densiflora</i>	76.7	0.002	90.3
	S	ネズミサシ	<i>Juniperus rigida</i>	70.2	0.002	8.1
	S	コバノミツバツツジ	<i>Rhododendron reticulatum</i>	68.8	0.005	245.8
	H	ソヨゴ	<i>Ilex pedunculosa</i>	58.5	0.034	3.9
	T1	アカマツ (枯死)	(Dead) <i>Pinus densiflora</i>	50.0	0.004	0.3
	H	カンサイスノキ	<i>Vaccinium smallii</i> var. <i>versicolor</i>	45.8	0.037	3.4
	T2	コナラ	<i>Quercus serrata</i>	44.8	0.034	47.9

表2. 階層別総合常在度表. A:コナラ (T1) 群落, B:アカマツ-ヒサカキ (S) 群落, C:アカマツ-ネジキ (S) 群落. 出現率20% (8地点) 以上の種のみ記載.

		A	B	C	
通し番号		1	2	3	Consecutive number
地点数		17	17	6	Number of stand
平均出現種数		30	29	30	Average Number of species
階層Layer					
種群1					
コナラ	T1	V ₂₋₅	II ₁₋₂	I ₁	Clade 1 <i>Quercus serrata</i>
アベマキ	T1	II ₁₋₃			<i>Quercus variabilis</i>
ヒメカンスゲ	H	IV ₊	II ₁		<i>Carex conica</i> f. <i>conica</i>
ウリカエデ	H	IV ₊	II ₁		<i>Acer crataegifolium</i>
コシアブラ	T2	II ₁₋₃	I ₁	I ₁	<i>Chengiopanax sciadophylloides</i>
カスミザクラ	T1	II ₁₋₂		I ₁	<i>Cerasus leveilleana</i>
フジ	H	III ₁₋₁	I ₁		<i>Wisteria floribunda</i>
シシガシラ	H	III ₁₋₂	I ₁	I ₁	<i>Blechnum niponicum</i>
種群2					
ヒサカキ	S	V ₂₋₅	V ₂₋₄	V ₁₋₂	Clade 2 <i>Eurya japonica</i>
アラカシ	H	III ₁	IV ₊	III ₁	<i>Quercus glauca</i>
種群3					
コバノミツバツツジ	H	III ₁₋₁	V ₂₋₂	V ₂₋₂	Clade 3 <i>Rhododendron reticulatum</i>
アカマツ	H	I ₁	IV ₊	IV ₁₋₂	<i>Pinus densiflora</i>
ミヤマガマズミ	H	III ₁	IV ₁₋₁	V ₊	<i>Viburnum wrightii</i>
アカマツ	T1	II ₁	IV ₁₋₃	IV ₁₋₂	<i>Pinus densiflora</i>
モチツツジ	H	II ₁₋₁	IV ₁₋₂	V ₂₋₂	<i>Rhododendron macrosepalum</i>
ネズミサシ	H		II ₁	II ₁	<i>Juniperus rigida</i>
種群4					
ネジキ	S	II ₁	II ₁₋₂	V ₂₋₂	Clade 4 <i>Lyonia ovalifolia</i> var. <i>elliptica</i>
ススキ	H		II ₁	V ₂₋₃	<i>Miscanthus sinensis</i>
コナラ	S	I ₁	I ₁	V ₁₋₁	<i>Quercus serrata</i>
ナツハゼ	S	I ₁	III ₁₋₁	V ₂₋₂	<i>Vaccinium oldhamii</i>
ケネザサ	H	IV ₁₋₃	IV ₁₋₂	V ₂₋₄	<i>Pleioblastus shibuyanensis</i> var. <i>basihirsutus</i>
アカマツ	T2	I ₁	III ₁₋₁	V ₁₋₃	<i>Pinus densiflora</i>
ネズミサシ	S	I ₁	I ₁₋₁	V ₁₋₁	<i>Juniperus rigida</i>
コバノミツバツツジ	S	III ₁₋₂	V ₂₋₃	V ₂₋₃	<i>Rhododendron reticulatum</i>
ソヨゴ	H	I ₁	III ₁	IV ₁₋₁	<i>Ilex pedunculosa</i>
アカマツ (枯死)	T1			III ₁	(Dead) <i>Pinus densiflora</i>
カンサイスノキ	H	II ₁	I ₁	III ₁₋₁	<i>Vaccinium smallii</i> var. <i>versicolor</i>
コナラ	T2	II ₁₋₁	I ₁₋₂	IV ₁₋₂	<i>Quercus serrata</i>
種群5					
サルトリイバラ	H	V ₊	V ₁₋₁	V ₊	Clade 5 <i>Smilax china</i>
ヤマウルシ	H	V ₊	V ₊	V ₊	<i>Toxicodendron trichocarpum</i>
ソヨゴ	T2	V ₁₋₄	V ₂₋₃	V ₂₋₃	<i>Ilex pedunculosa</i>
ヒサカキ	H	V ₂₋₂	V ₂₋₂	V ₂₋₂	<i>Eurya japonica</i>
イヌツゲ	H	V ₁₋₁	IV ₁₋₁	V ₁₋₁	<i>Ilex crenata</i>
ヤブコウジ	H	V ₊	IV ₊	II ₁	<i>Ardisia japonica</i>
タカノツメ	H	IV ₊	IV ₁₋₂	V ₊	<i>Gamblea innovans</i>
コナラ	H	IV ₊	IV ₊	III ₁	<i>Quercus serrata</i>
タカノツメ	T2	IV ₁₋₃	IV ₁₋₂	III ₁₋₂	<i>Gamblea innovans</i>
コバノガマズミ	H	III ₁₋₁	IV ₁₋₁	III ₁	<i>Viburnum erosum</i>
ナツフジ	H	IV ₁₋₁	IV ₊	I ₁	<i>Wisteria japonica</i>
種群6					
ツルリンドウ	H	III ₁	III ₁	IV ₊	Clade 6 <i>Tripterispermum japonicum</i>
モチツツジ	S	III ₁₋₁	II ₁₋₂	V ₂₋₂	<i>Rhododendron macrosepalum</i>
タカノツメ	S	III ₁₋₃	III ₁₋₂	IV ₁₋₁	<i>Gamblea innovans</i>
エゴノキ	H	III ₁	III ₁	I ₁	<i>Styrax japonicus</i>
ミツバアケビ	H	III ₁	II ₁	II ₁	<i>Akebia trifoliata</i>
ソヨゴ	S	III ₁₋₃	II ₁₋₂	III ₁₋₄	<i>Ilex pedunculosa</i>
ミヤマガマズミ	S	II ₁₋₁	III ₁	II ₁₋₂	<i>Viburnum wrightii</i>
アオハダ	H	II ₁	II ₁	III ₁	<i>Ilex macropoda</i>
コシアブラ	H	II ₁	II ₁	II ₁	<i>Chengiopanax sciadophylloides</i>
ウラジロノキ	H	II ₁	III ₁	I ₁	<i>Aria japonica</i>
ネジキ	T2	II ₁₋₁	II ₁₋₂	I ₂	<i>Lyonia ovalifolia</i> var. <i>elliptica</i>
ヘクソカズラ	H	II ₁	II ₁	I ₁	<i>Paederia foetida</i>
ヒカゲスゲ	H	II ₁	II ₁	I ₁	<i>Carex lanceolata</i>
シャシヤンボ	H	I ₁	II ₁	II ₁	<i>Vaccinium bracteatum</i>
ヒイラギ	H	II ₁	II ₁		<i>Osmanthus heterophyllus</i>
クリ	H	I ₁	II ₁	III ₁	<i>Castanea crenata</i>
ナツハゼ	H	I ₁	II ₁	III ₁₋₁	<i>Vaccinium oldhamii</i>
コシダ	H	II ₁₋₁	II ₁₋₄	II ₁₋₁	<i>Dicranopteris linearis</i>
カスミザクラ	T2	II ₁₋₁	II ₁₋₂	I ₂	<i>Cerasus leveilleana</i>
サルトリイバラ	S	II ₁	II ₁		<i>Smilax china</i>
ネズミモチ	S	III ₁₋₁	I ₁₋₁		<i>Ligustrum japonicum</i>
ノブドウ	H	I ₁	II ₁	I ₁	<i>Ampelopsis glandulosa</i> var. <i>heterophylla</i>
ネズミサシ	T2	I ₁	II ₁₋₂	II ₁₋₂	<i>Juniperus rigida</i>
ヤマウルシ	S	I ₁	II ₁	III ₁	<i>Toxicodendron trichocarpum</i>
ネズミモチ	H	II ₁₋₁	I ₁		<i>Ligustrum japonicum</i>
コシアブラ	S	II ₁₋₂	I ₁₋₂	I ₁	<i>Chengiopanax sciadophylloides</i>
カマツカ	H	II ₁	I ₁	I ₁	<i>Pourthiaea villosa</i> var. <i>villosa</i>
リョウブ	H	I ₁	II ₁	III ₁	<i>Clethra barbinervis</i>
クリ	S	I ₁	I ₁	III ₁	<i>Castanea crenata</i>
シハイスマレ	H	I ₁	II ₁	I ₁	<i>Viola violacea</i> var. <i>violacea</i>
カキノキ	H	I ₁	II ₁		<i>Diospyros kaki</i>
カマツカ	S	II ₁₋₁	I ₁	II ₁₋₁	<i>Pourthiaea villosa</i> var. <i>villosa</i>

表3-1. 階層別群落組成表. A: コナラ (T1) 群落, B: アカマツ-ヒサカキ (S) 群落, C: アカマツ-ネジギ (S) 群落. 斜上: 斜面上部, 斜中: 斜面中部, 斜下: 斜面下部.

Table with 40 columns (1-40) and 10 rows (1-10) showing environmental data for different sites. Columns 1-10 are labeled A, 11-20 are B, 21-30 are C, 31-39 are consecutive numbers, and 40 is 'Successive number'.

Table with 40 columns and 10 rows showing species presence/absence for Clade 1. Species include Quercus serrata, Quercus variabilis, Carex conica, Acer crataegifolium, etc.

Table with 40 columns and 10 rows showing species presence/absence for Clade 2. Species include Eurya japonica, Quercus glauca, etc.

Table with 40 columns and 10 rows showing species presence/absence for Clade 3. Species include Rhododendron reticulatum, Pinus densiflora, Fiburum virgatum, etc.

Table with 40 columns and 10 rows showing species presence/absence for Clade 4. Species include Lyonia ovalifolia, Alnus japonica, Vaccinium vitifolium, etc.

Table with 40 columns and 10 rows showing species presence/absence for Clade 5. Species include Smilax china, Toxicodendron trichocarpum, Ilex pedunculosa, etc.

Table with 40 columns and 10 rows showing species presence/absence for Clade 6. Species include Trystropernum japonicum, Rhododendron macrocarpum, Gambusia sinuata, etc.

表3-2. 階層別群落組成表. A: コナラ (T1) 群落, B: アカマツ-ヒサカキ (S) 群落, C: アカマツ-ネジキ (S) 群落.

通し番号 階層番号	A										B										C										40 2 Stand number									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		31	32	33	34	35	36	37	38	39
クラシロノキ	T2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40 Consecutive number
ミヤマウグイスカグラ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
ヤマザクラ	T1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
クナギミザサ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
クラシロノキ	T1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
イネトクシ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
ヤマノイモ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
ノギリヤシ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
ジャノヒゲ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
キッコウハグサ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
クサノハ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
アラシ	T2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
ワラビ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
ガマズミ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
タカノツメ	T1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14
コブシ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
クナギミザサ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
エゴノキ	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
ヤマツツジ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
ヤマザクラ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
ヤマハゼ	T2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
カキノキ	T2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21
クサギ	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22
ササノコグサ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23
クサ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24
フジ	T2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25
モッコク	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26
コシアブラ	T1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27
クサギ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28
イヌハゲ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29
フルアリトオン	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30
トキリヤシ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31
ノキシノブ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32
ヒロドクシ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33
ムク	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34
ヘナシカズラ	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35
マルバノオダモ	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36
ゼンマイ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37
ノグスチ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38
イネトクシ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39
クサノハ	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40

最大植生高は上昇傾向にあったものの有意差はなかった(図5)。これらのことから、一部のアカマツが亜高木や高木まで生長した一方、マツ枯れなどにより高木のアカマツが枯損し、遷移が制限されているものと考えられる。

現存森林植生の模式図を図6に示す。全体的な傾向として亜高木層をソヨゴとタカノツメが優占しており、高木層でコナラかアカマツのどちらが優占するかで大きく2つに分けられた。斜面中部以下ではコナラ(T1)が優占する傾向、斜面上部以上でアカマツ(T1)が優占する傾向があるものの、アカマツ(T1)の被度は全ての地点で高くな

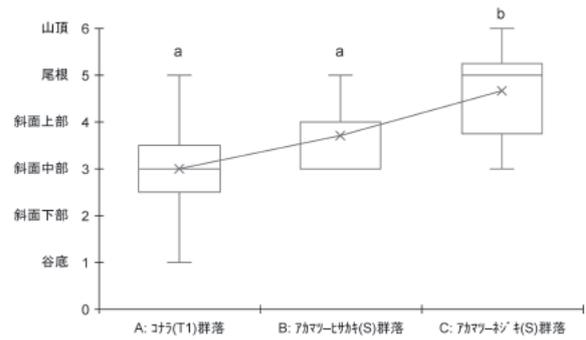


図4. 現存植生区分の成立する地形. 箱ひげ図中の×は平均値を、項目間を繋ぐ実線は平均線を、英字は同じ英字を含まない区分間に有意差があることを示す ($p < 0.05$).

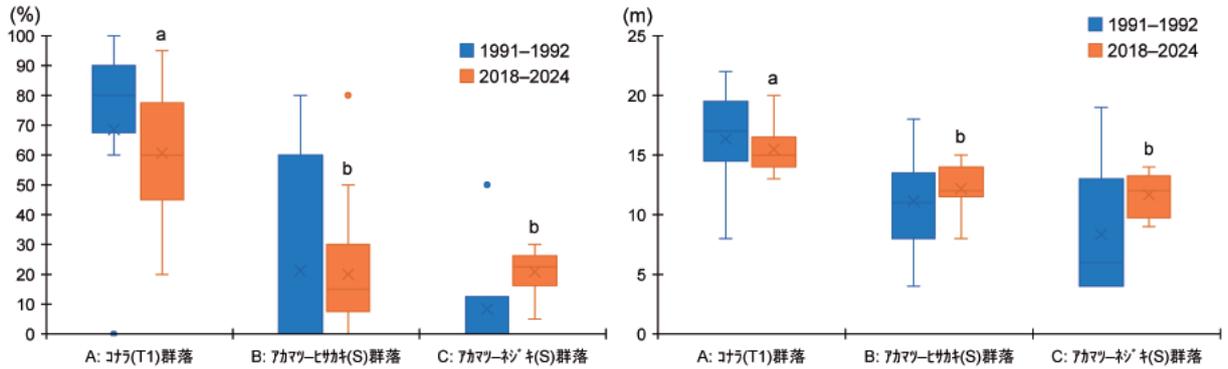


図5. 現存植生区分の高木層植被率(左), 最大植生高(右). 箱ひげ図中の×は平均値を、・は外れ値を、英字は同じ英字を含まない区分間に有意差があることを示す ($p < 0.05$).

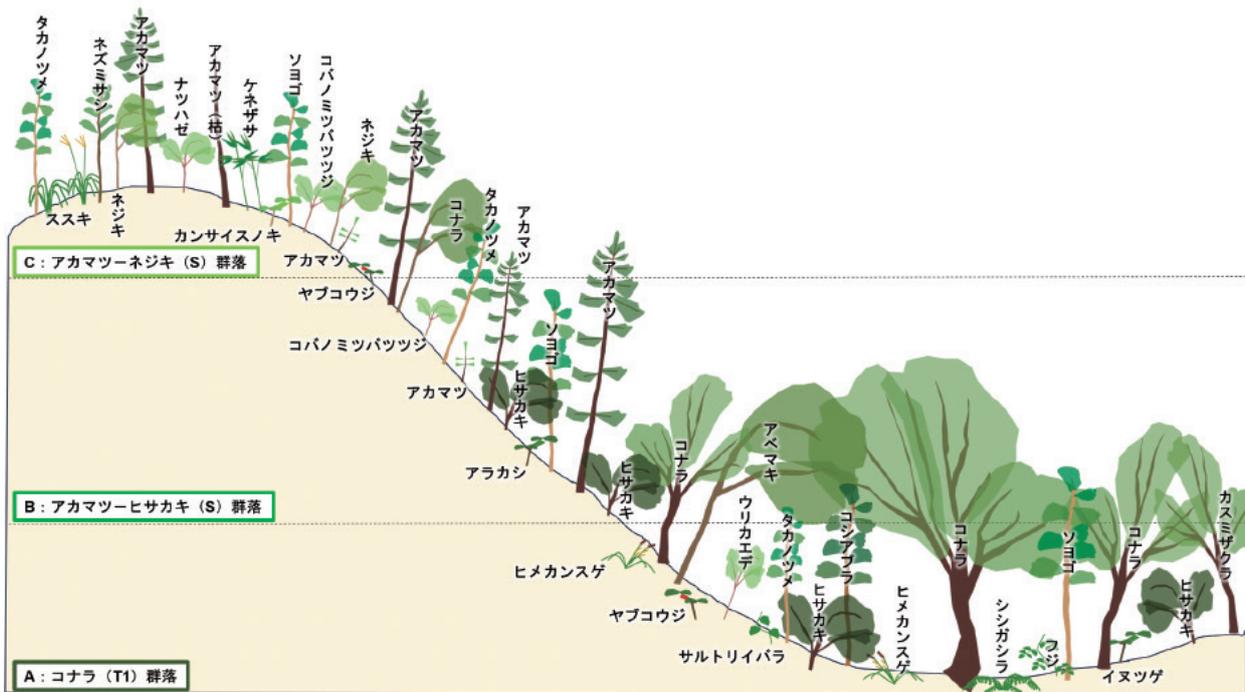


図6. 岡山県自然保護センターの現存森林植生の模式図.

かった。アカマツ (T1) 優占植生は、立地環境と下層の種組成で2タイプに分けられた。尾根・山頂寄りの厳しい環境にはネジキなどの落葉広葉樹の亜高木や低木及び草原性植物が、斜面上部から斜面中部のコナラ群落との境界付近にはヒサカキやアラカシといった常緑広葉樹の低木が多く確認された。また、アカマツ (T1) が優占する地点の多くでは草本層でアカマツの実生が見られるものの、低木のアカマツはほぼ無かったことから、生長途中で消失してしまったと考えられる。

以上のことから、現存植生を区分する要因は、垂直方向の水分や光条件の違いであろう。つまり、山頂や尾根といった水が少なく日光の良く当たる環境には乾燥に強く光要求量の高い“アカマツ-ネジキ (S) 群落”，水分条件がやや改善され、光条件はやや悪化する斜面上部や斜面中部には下層に光要求量の高くない照葉樹林構成種が侵入・定着した“アカマツ-ヒサカキ (S) 群落”，最も水分条件の良い斜面下部や谷底には水要求量の高い“コナラ (T1) 群落”が成立していると考えられる。

2. 開所当時の森林植生とその30年間の変遷

本章では、開所当時の森林植生の変遷について考察した。変遷のトレースは30年前の植生調査資料と今回調査を比較し、その傾向を開所当初の群落区分ごとにまとめた。なお、西本・波田 (1994) は、低木層を第1低木層 (S1: 4-9 m)、第2低木層 (S2: 1-4 m) の2つに分類しており、当時の分類のまま示した。

●アカマツ低木群落 (地点番号1-7)

アカマツ低木群落は、高木層と亜高木層を欠き、アカマツ (S1・S2) が優占し、ネズミサシ (S2)、ウスノキ (S2)、コナラ (S2) や背丈の高くなったススキ (S2)、ワラビ (S2) 等で特徴づけられた瘦悪地であり、主に山頂から斜面上部に成立していた (図7)。本区分のコナラ (S2) は将来的に高木層へ生長すると予想されていた。本調査では、予想と異なりコナラは低木のままだったが (表2)、アカマツが順調に生長して高木となったため高木層植被率、最大植生高ともに有意に高くなった (図8)。一方、高木層植被率は、現在で

も他の区分と比較して低い傾向にあった (図8)。本区分は現在、アカマツ-ヒサカキ (S) 群落とアカマツ-ネジキ (S) 群落へ遷移している (表3, 図9)。これは、花崗岩質の山頂から斜面上部は光条件が良い反面、保水力が低く水分条件が悪いため、水分要求量の多いコナラ (S2) が衰退し、乾燥耐性が高い陽樹のアカマツ (S1・S2) が生長した結果と考えられる。

●アカマツ亜高木群落 (地点番号8-19)

アカマツ亜高木群落は、高木層を欠き、アカマツ (T2) が優占し、ソヨゴ (T2)、コナラ (T2)、ヒサカキ (S1)、ヤブコウジ (H)、ヒカゲスゲ (H) 等で特徴づけられ、主に斜面上部から斜面中部に成立していた (図7)。ヤブコウジなどの照葉樹林の林床要素が生育し始めており照葉樹林へ変化すると予想されていた。本調査の結果、当初の予想と異なり照葉樹林化は進まず、多くの地点はアカマツが順調に生育して高木となり、高木層植被率、最大植生高ともに有意に高くなった (表2, 図8)。一方、高木層植被率は、アカマツ低木群落と同様に現在でも他の区分と比較して低い傾向にあった (図8)。本区分は現在、主にアカマツ-ヒサカキ (S) 群落へ遷移している。これは、光条件が比較的良く、やや乾燥した斜面上部から斜面中部であるため、アカマツ (T2) が順調に生長し、照葉樹林構成種の中でも乾燥耐性の高いヒサカキ (S) やアラカシ (H) が生き残った結果と考えられる。

●アカマツ高木群落 (地点番号20-29)

アカマツ高木群落は、アカマツ (T1) が優占し、アラカシ (S2・H)、コバノミツバツツジ (S1)、ヒイラギ (H) 等で特徴づけられ、主に斜面上部から斜面中部に成立していた (図7)。本区分は低木層の種組成がアカマツ亜高木群落とほぼ同じであるため、アカマツ (T2) が順調に生長し森林構造が複雑化したものと推察されていた。本調査の結果、アカマツ (T1) は現存している地点が多いものの被度は大きく減少しており (表3)、高木層植被率、最大植生高ともに有意に低くなっていた (図8)。また、半数の地点はアカマツ (T1) の減少に加え、低木や亜高木であったコナラが生長し、

コナラ (T1) 群落へ遷移している (表3, 図9)。

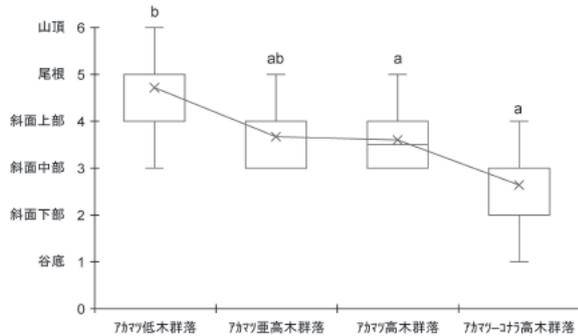


図7. 開所当時の各植生区分の成立する地形. 箱ひげ図中の×は平均値を, 項目間を繋ぐ実線は平均線を, 英字は同じ英字を含まない区分間に有意差があることを示す ($p < 0.05$).

これらの傾向は, アカマツ (T1) の大部分がマツ枯れなどにより枯損した一方, 比較的水分条件の良い場所では, 元々亜高木層や低木層に存在していたコナラが順調に生長し, アカマツ (T1) に代わって高木層を占めるようになった結果と考えられる。

●アカマツ-コナラ高木群落 (地点番号30-40)

アカマツ-コナラ高木群落は, コナラ (T1), アカマツ (T1) が優占し, シシガシラ (H), アベマキ (T1), ナキリスゲ (H), キッコウハグマ (H) 等で特徴づけられ, 主に斜面中部から谷底に成立していた (図7). 本調査の結果, 全ての地点で高木層・亜高木層・低木層のアカマツが消失し

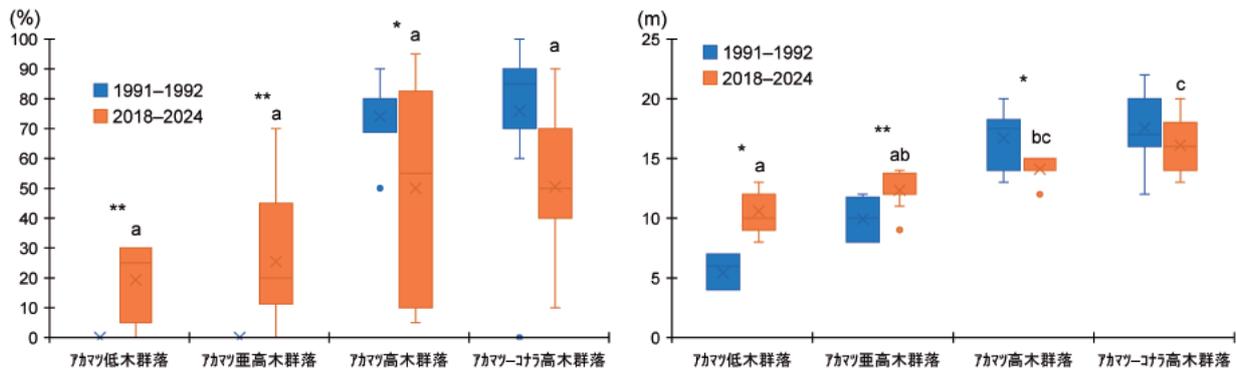


図8. 開所当時の各植生区分の高木層植被率 (左), 最大植生高 (右). 箱ひげ図中の×は平均値, ・は外れ値を, *は開所当時と現在に有意差があることを示す (*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$). 英字は同じ英字を含まない区分間に有意差があることを示す ($p < 0.05$).

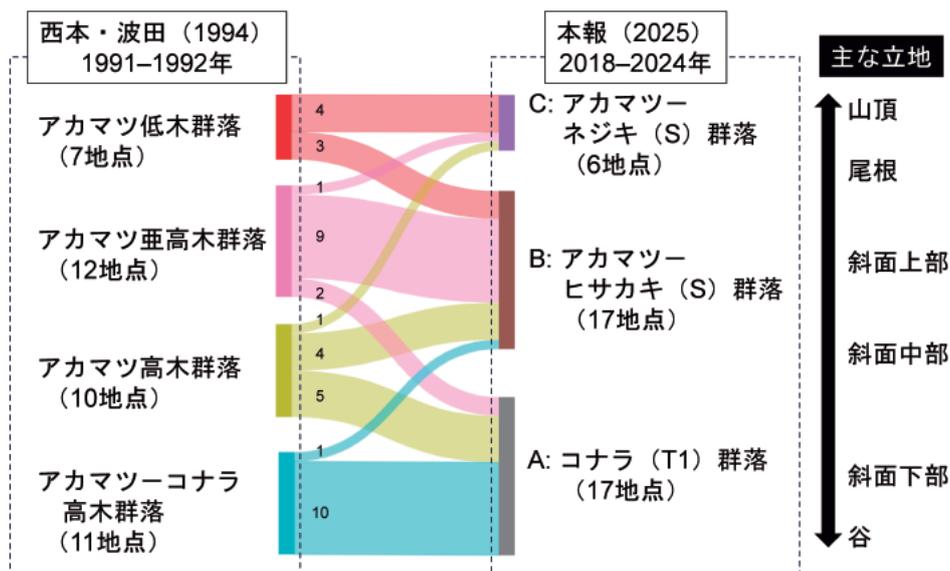


図9. 岡山県自然保護センターにおける森林植生の変遷. 数字は地点数を表す。

ており(表3), それに伴い高木層植被率, 最大植生高ともに減少傾向であった(図8). 本区分は現在, 主にコナラ(T1)が優占する植生へと遷移している. これらの傾向は, アカマツ(T1・T2・S)が全て枯損し, 元々混生していたコナラ(T1)が優占する植生へ遷移した結果と考えられる. また, アカマツ(T1)枯損に伴い最大植生高, 高木層植被率は減少傾向であり, コナラ(T1)への置き換わりや高木層の回復が間に合っていないことから, アカマツ大規模枯損の影響が現在も続いているものと推察される.

3. センターの森林植生の変遷まとめ

● 群落区分と地形

開所当時及び現在の森林植生の各群落区分が成立していた地形要素をみると, 開所当時は山頂から谷底にかけて“アカマツ低木群落”, “アカマツ亜高木群落”, “アカマツ高木群落”, “アカマツ-コナラ高木群落”の順に成立する傾向があった(図7). 一方, 現在は山頂から谷底にかけて“アカマツ-ネジキ(S)群落”, “アカマツ-ヒサカキ(S)群落”, “コナラ(T1)群落”の順に成立する傾向があった(図4). 各区分の地点数の変遷をみると, 開所当時の4区分は概ね地形に対応する形で, 現在の3区分に遷移したと考えられる(図9). 開所当時(1991-1992年)と現在(2018-2024年)の森林植生について比較すると, 斜面中部以下ではアカマツ(T1)がコナラ(T1)に置き換わった地点が増え, 斜面上部以上ではアカマツ(T2・S1・S2)が生長し高木層に至った地点が多い. 一方, 開所当時どの階層でも優占していたアカマツは, 現在では高い被度を示す地点はほぼ無く激減している(表2, 表3, 図5).

● アカマツの減少要因

アカマツの減少要因としては, コナラ等の他の高木種との種間競争や松くい虫の媒介するマツノザイセンチュウ *Bursaphelenchus xylophilus* によるマツ枯れが考えられる. 種間競争については, 高木層に元々生育していたコナラに置き換わった斜面中部以下を除き, 斜面上部以上では枯れたアカマツ(T1)に代わる種がないため, 種間競争によってアカマツが減少したとは考えにくい. 松く

い虫被害は, 全国的に1970年代を中心に激甚的な被害が知られており(林野庁, 2024), 岡山県では, 1970-1981年及び1991-1992年の二つのピーク以降, 減少傾向である(岡山県, n.d.). センターでの松くい虫被害は, 1993-1997年度にかけて大規模な被害が確認されて以降, 断続的に被害が確認されている(表4). 開所当時の1991-1992年は, アカマツが全体的に高い被度を保っていたことから, アカマツの多くは被害を受ける前か, 被害が出始めた時期であったと考えられる. 一般に松くい虫被害によるアカマツの枯死は大径木の方が枯れやすいことが知られている(二井, 1999). また, センターと同様の種組成をもつアカマツ林はマツ枯れ後, アカマツ以外の高木樹種が生育しにくい立地環境では低木状態のアカマツ林(藤原ほか, 1992)や高木種を欠きソゴやネジキなどが優占するマツ枯れ低質林(呉・安藤, 2009)に遷移することが知られている. また, 高木層でコナラとアカマツが混生する植生ではマツ枯れ後, コナラ等の落葉広葉樹林に置き換っていくことが知られている(森定・波田, 2004; 井田, 2005). センターでも同様の現象が起きているため, センターにおける全体的なアカマツの激減及び斜面中部以下のコナラ優占林への遷移は松くい虫被害によるマツ枯れの影響が大きいと考えられる.

センターでは, 2023年秋頃から東側を中心として再び立ち枯れたアカマツの高木が目立つようになり, 2024年11月現在ではほぼ全域にまで広がりつつある. 他方で, 岡山県内で2009年頃から被害が拡大しているカシノナガキクイムシ *Platypus quercivorus* によるナラ枯れも, センター内の一部で2022年頃からよく生長したコナラの大径木で同様の被害とみられる枯死が発生し広がりつつある. センター内でアカマツが激減した後, 高木層のニッチを担っているコナラが次々に枯れてしまうと, 安定的に高木層を構成する樹種が当面の間現れず, センターの生態系へ大きな影響が及ぶ可能性がある. 今後もマツ枯れ及びナラ枯れ被害状況の把握のため記録を継続するとともに, 里山環境を保全するため被害木の伐倒駆除等の対策を急がねばならない. また, 本報では主に景観に大きく関わる高木層に注目して変遷を考察したが, 個別

の種の消長などの考察は十分ではない。今後種組成の変遷を考察することで、センターの森林がどのように変化してきたかをより総合的に把握し、センターの管理運営に活かしていきたい。

表4. 岡山県自然保護センター年報に記載された松くい虫被害程度（岡山県自然保護センター，1993–2024）。－：記録なし。

発行年	対象年度	松くい虫被害程度
1993	1991–1992	－
1994	1993	1500本
1995	1994	ほぼ全域
1996	1995	ほぼ全域
1997	1996	約2400本（375 m ³ ），ほぼ全域
1998	1997	2428本（342 m ³ ）
1999	1998	200 m ³
2000	1999	106本（21 m ³ ）
2001	2000	88本（17.4 m ³ ）
2002	2001	105本（23.11 m ³ ）
2003	2002	274本（55.12 m ³ ）
2004	2003	47本（10.8 m ³ ）
2005	2004	ほとんど見られない
2006	2005	ほとんど見られない
2007	2006	ほとんど見られない
2008	2007	多く
2009	2008	多く
2010	2009	約2600本
2011	2010	多く
2012	2011	－
2013	2012	－
2014	2013	多く
2015	2014	多く
2016	2015	－
2017	2016	多く
2018	2017	多く
2019	2018	－
2020	2019	－
2021	2020	－
2022	2021	－
2023	2022	－
2024	2023	－

謝辞

本報の現地調査にあたって、岡山県自然保護センター職員の藤田拓矢氏、戸田結実氏、元所長の難波靖司氏（-2022年3月）に協力いただいた。記して御礼申し上げる。査読者には原稿に対して有益な助言をいただいた。

要約

岡山県自然保護センターにおける森林植生について、現状を把握するとともに開所当時（1991–

1992年）からの変遷を考察するため、2018–2024年にかけて植生調査を実施し、統計解析及び階層別表操作により群落組成表を作成して比較検討した。その結果、以下のことが考えられた。

1) 現在、谷から尾根・山頂にかけて“コナラ高木群落”，アカマツ高木優占植生2タイプ“アカマツーヒサカキ低木群落”，“アカマツーネジキ低木群落”の順に3つの植生タイプが存在する。

2) 開所当時センターで成立していた4タイプのアカマツ群落は、谷底から斜面下部はコナラ高木群落へ、山頂から斜面中部は2タイプのアカマツ高木優占植生へ遷移する傾向がみられた。

3) アカマツ高木優占植生は、高木層でアカマツが優占するものの、アカマツの被度は全層で低く、開所当時から比較してアカマツが激減していた。

4) センターにおけるアカマツの減少は、種間競争の影響は小さく、松くい虫によるマツ枯れ被害の影響が大きいと考えられた。

引用文献

Braun-Blanquet, J. 1964. Pflanzensozilogie. 865pp. Springer Vienna. Wien.

藤原道郎・豊原源太郎・波田善夫・岩月善之助, 1992. 広島市におけるアカマツ二次林の遷移段階とマツ枯れ被害度. 日本生態学会誌 42(1): 71–79.

二井一禎, 1999. アカマツ林における“マツ枯れ”被害の進展様式. 森林研究 71: 9–18.

井田秀行, 2005. 長野市近郊の里山においてマツ枯れがコナラーアカマツ二次林の群落構造に及ぼす影響. 信州大学教育学部附属志賀自然教育研究施設研究業績 42: 1–5.

吉良竜夫, 1971. 生態学から見た自然. 295pp. 河出書房新社. 東京.

国土地理院, 2014-. 地理院タイル（淡色地図）. <https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/pale/{z}/{x}/{y}.png>, 2014年4月1日更新; 2024年11月10日閲覧.

国土交通省, 2023. 国土数値情報（行政区画 第3.1版）. https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N03-v3_1.html, 2024年11月10日閲覧.

光野・西部技術コンサルタント株式会社, 2020. 改

- 訂版 岡山県表層地質図。
森定伸・波田善夫, 2005. 香川県豊島の植生. *Naturalistae* 9: 15–31.
- 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. *森林研究* 74: 35–45.
- 西本孝・波田善夫, 1994. 岡山県自然保護センターの森林植生 1. 種組成と群落構造. *岡山県自然保護センター研究報告* (2): 13–24.
- 岡山県自然保護センター, 1994. 岡山県自然保護センター年報 第1号 平成3・4年度. 118pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 1995. 岡山県自然保護センター年報 第2号 平成5年度. 76pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 1996. 岡山県自然保護センター年報 第3号 平成6年度. 72pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 1997. 岡山県自然保護センター年報 第4号 平成7年度. 70pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 1998. 岡山県自然保護センター年報 第5号 平成8年度. 62pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 1999. 岡山県自然保護センター年報 第6号 平成9年度. 59pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 2000. 岡山県自然保護センター年報 第7号 平成10年度. 65pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 2001. 岡山県自然保護センター年報 第8号 平成11年度. 68pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 2002. 岡山県自然保護センター年報 第9号 平成12年度. 66pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 2003. 岡山県自然保護センター年報 第10号 平成13年度. 78pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 2004. 岡山県自然保護センター年報 第11号 平成14年度. 72pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 2005. 岡山県自然保護センター年報 第12号 平成15年度. 69pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 2006. 岡山県自然保護センター年報 第13号 平成16年度. 72pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 2007. 岡山県自然保護センター年報 第14号 平成17年度. 71pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 2008. 岡山県自然保護センター年報 第15号 平成18年度. 67pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 2009. 岡山県自然保護センター年報 第16号 平成19年度. 67pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 2010. 岡山県自然保護センター年報 第17号 平成20年度. 68pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 2011. 岡山県自然保護センター年報 第18号 平成21年度. 72pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 2012. 岡山県自然保護センター年報 第19号 平成22年度. 69pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 2013. 岡山県自然保護センター年報 第20号 平成23年度. 71pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 2014. 岡山県自然保護センター年報 第21号 平成24年度. 69pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 2015. 岡山県自然保護センター年報 第22号 平成25年度. 67pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 2016. 岡山県自然保護センター年報 第23号 平成26年度. 69pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 2017. 岡山県自然保護センター年報 第24号 平成27年度. 78pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 2018. 岡山県自然保護センター年報 第25号 平成28年度. 74pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 2019. 岡山県自然保護センター年報 第26号 平成29年度. 71pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 2020. 岡山県自然保護センター年報 第27号 平成30年度. 63pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 2021a. 岡山県自然保護センター年報 第28号 令和元年度. 66pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 2021b. 岡山県自然保護センター年報 第29号 令和2年度. 68pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 2022. 岡山県自然保護センター年報 第30号 令和3年度. 72pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 2023. 岡山県自然保護センター年報 第31号 令和4年度. 66pp. 岡山.
- 岡山県自然保護センター, 2024. 岡山県自然保護センター年報 第32号 令和5年度. 70pp. 岡山.
- 岡山県, 1993. 第3章 気候. 「おかやまの自然 第2版」(岡山県環境保健部自然保護課), 67–74.
- 岡山県, n.d. 岡山県の松くい虫による被害と防除の推移(令和3年度). https://www.pref.okayama.jp/uploaded/life/341331_5115408_misc.pdf
- 林野庁, 2024. 松くい虫被害について. https://www.rinya.maff.go.jp/j/hogo/higai/attach/pdf/matukui_R5-11.pdf
- 呉初平・安藤信, 2009. 京都市のマツ枯れ被害林における10年間の林分動態. *日本緑化工学会誌* 35(3): 440–447.



写真1. コナラ (T1) 群落. 上：上方，下：外観（地点番号31，2024年10月16日撮影）。



写真3. アカマツ—ネジキ (S) 群落. 上：上方，下：外観（地点番号6，2024年11月4日撮影）。



写真2. アカマツ—ヒサカキ (S) 群落. 上：上方，下：外観（地点番号9，2024年10月31日撮影）。