

佐倉市における森林優占型の分布と地形

平田 和 弘

千葉県立中央博物館

〒260-8682 千葉市中央区青葉町 955-2

要 旨 千葉県北部の下総台地に位置する佐倉市で、植生パッチを単位として地形と森林の優占型との対応関係を調べた。調査地域ではイヌシデ型とコナラ型の植生パッチが卓越し、その他、落葉広葉樹ではケヤキ型およびムクノキ型が、常緑広葉樹ではスダジイ型およびシラカシ型のパッチが多く出現した。コナラ型は南西向き斜面上部の凸型地形の部分に、イヌシデ型やケヤキ型、ムクノキ型は東向き斜面下部の凹型地形の部分に高頻度で見られた。常緑広葉樹であるスダジイ型やシラカシ型の多くは斜面中部に分布したが、スダジイ型は凸型斜面に、シラカシ型は凹型斜面にそれぞれ偏って分布していた。

キーワード：優占型、下総台地、二次林、コナラ、イヌシデ、地形。

千葉県の北部には、関東ローム層に被われた下総台地が広がる。その台地には、沖積低地が深く入り組んで、谷津と呼ばれる景観を形成している。下総台地では古くから開発が進み、森林は、多くの場合、台地の縁の斜面に残されている。この地域の森林植生は、おもに、常緑広葉樹林であるスダジイ林やシラカシ林、タブノキ林、落葉広葉樹林のコナラ林、イヌシデ林、ケヤキ林、ハンノキ林などから構成されている（宮脇ほか、1977）。人間活動の影響は森林の優占種にも強く反映し、コナラ林やイヌシデ林を中心とした落葉広葉樹が優占する二次林が卓越している。

本報告では、この地域の森林の優占型および種組成と地形条件との関係について述べる。これまで、千葉県における森林の種組成と地形との対応の研究は、おもに丘陵地の比較的自然性の高い地域の調査に基づいてきた。その中では、尾根・斜面・谷による優占種の違い（手塚、1974；大沢ほか、1982；沖津ほか、1986）や斜面方位による植生の違いが報告され（沖津・田邊、1987；福岡ほか、1988；田邊ほか、1988；原・吹春、1990）、その要因として攪乱の大きさや頻度の違い（Sakai and Ohsawa, 1993；Ozaki and Ohsawa, 1995）、斜面方位による気温の違い（藤平、1986）などが指摘されてきた。平田（1995）は、房総半島南部の房総丘陵に位置する大福山周辺で、イヌシデ林やウラボシ林の分布が北西斜面に偏っていることを報告し、それが地層の傾斜に伴う地形分布の偏りに関係するのではないかと考察している。

関東ロームが厚く堆積している下総台地では、房総丘陵に比べ、地質構造の影響は小さいうえに、斜面の比高が小さいなど、地形的にも違いがみられ、植生の分布パターンも異なることが予測される。しかし、下総台地での地形と植生の対応関係についての研究はほとんどない。その背景としては、下総台地では、人為

的な影響により、断片化した二次林が多いことや、台地やその縁辺部の斜面では比高が小さく地形区分が難しいことなどが考えられる。本研究では、森林のパッチを単位として、多数の調査ポイントを佐倉市内の各所に設け、比較的簡易な方法で、植生と地形条件に関するデータを得た。そして、森林の優占型の分布と地形条件との対応関係について明らかにしようとした。

調 査 地 域

調査地のほとんどは、千葉県北部に位置する佐倉市

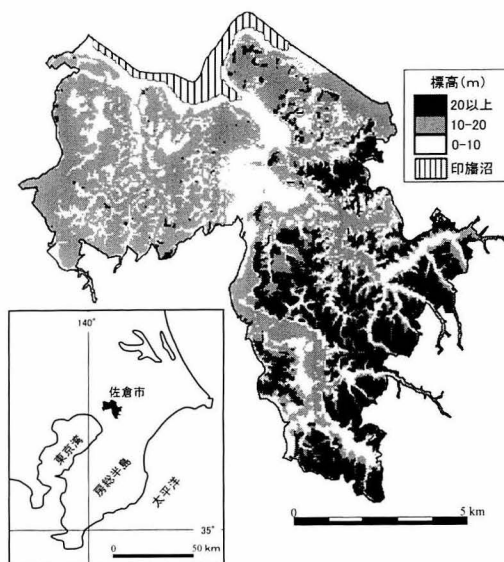


図1. 本調査の対象地域である佐倉市。数値地図50 mメッシュ（国土地理院発行）より作製。市域を50 mメッシュで分け、その中心点の標高を用いている。

でおこなったが(図1), 一部, 佐倉市に隣接する酒々井町, 四街道市に含まれる場所でも, 調査を行った。調査地域では平坦な台地面が卓越するが, 鹿島川水系には谷津地形も見られる。地域の北には印旛沼が接し, その周辺には沖積低地が広がっている。台地の表層は第四紀更新世に堆積した厚さ1~5 mのいわゆる関東ローム層に被われている。その下は下総層群の地層で, 1~2 mの凝灰質粘土の常総粘土層, さらに約15 mの砂層からなる木下層がある(佐倉市自然環境調査団, 2000)。調査地域の最低標高は印旛沼湖面の0 m, 最高標高は弥富地区の47 mである。森林は台地縁辺部の斜面を中心に分布している。近年, 管理が放棄される森林が増加し, 森林の二次遷移が進んでいる。

1988年から1997年における佐倉市角来の気象観測所のデータ(観測所気象年報)によれば, 10年間の年平均気温は14.4℃で, 最寒月の1月では月平均が3.9℃, 最暖月は8月で25.6℃である。暖かさの指数(吉良, 1948)は114℃・月で常緑広葉樹林帯に位置

している。年平均降水量は1386 mm, 12月の降水量が29 mmでもっとも少なく, 9月の降水量が226 mmでもっとも多い。

調査方法

下総台地の森林は人間活動の影響によって断片化されている。そのため, 本調査では, 断片化された森林のパッチを抽出し, 比較的簡易な方法で植生と地形条件についてのデータを多数収集し, 解析することによって, 森林の優占型の分布と地形との対応関係を明らかにしようとした。

本報告では地形および植生が均質であると考えられる部分を植生パッチと呼ぶ。均質な植生が連なっている場合, 地表面の凹凸などによって地形が区分できる場合には, 別の植生パッチとみなして調査を行った。植生パッチの面積は, 長径と短径を測定し, 楕円に近似させて計算した。

各植生パッチでは, 植生の発達段階の指標として最大個体の胸高直径を測定した。植生は木本層と草本層

表1. 調査林分の木本層に出現した種の出現パッチ数と優占パッチ数。10パッチ以上に出現した種について示す。括弧内は全調査パッチ数(351)に占める割合(%)を示す。

和 名	学 名	出現パッチ数	優占パッチ数
コナラ	<i>Quercus serrata</i> Thunb. ex Murray	211 (60.1)	137 (39.0)
イヌシデ	<i>Carpinus tschonoskii</i> Maxim.	174 (49.6)	111 (31.6)
シラカシ	<i>Quercus myrsinaefolia</i> Blume	85 (24.2)	29 (8.3)
スダジイ	<i>Castanopsis sieboldii</i> (Maximo)		
	Hatsusima ex Yamazaki et Mashiba	79 (22.5)	40 (11.4)
ケヤキ	<i>Zelkova serrata</i> (Thunb.) Makino	64 (18.2)	19 (5.4)
ヤマザクラ	<i>Prunus jamasakura</i> Sieb. ex Koidz.	49 (14.0)	5 (1.4)
スギ	<i>Cryptomeria japonica</i> (L. fil.) D. Don	42 (12.0)	3 (0.9)
クヌギ	<i>Quercus acutissima</i> Carruthers	33 (9.4)	4 (1.1)
シロダモ	<i>Neolitsea sericea</i> (Bl.) Koidz.	33 (9.4)	3 (0.9)
アカガシ	<i>Quercus acuta</i> Thunb. ex Murray	30 (8.5)	6 (1.7)
ハリギリ	<i>Kalopanax pictus</i> (Thunb.) Nakai	29 (8.3)	0 (0.0)
エノキ	<i>Celtis sinensis</i> Per. var. <i>japonica</i>		
	(Planch.) Nakai	25 (7.1)	2 (0.6)
ヒサカキ	<i>Eurya japonica</i> Thunb.	25 (7.1)	3 (0.9)
ムクノキ	<i>Aphananthe aspera</i> (Thunb.) Planch.	25 (7.1)	8 (2.3)
コブシ	<i>Magnolia praecocissima</i> Koidz.	23 (6.6)	2 (0.6)
ウミズザクラ	<i>Prunus grayana</i> Maxim.	19 (5.4)	3 (0.9)
アオキ	<i>Aucuba japonica</i> Thunb.	17 (4.8)	0 (0.0)
クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	13 (3.7)	1 (0.3)
ウラジロガシ	<i>Quercus salicina</i> Blume	12 (3.4)	3 (0.9)
マダケ	<i>Phyllostachys bambusoides</i>		
	Sieb. et Zucc.	12 (3.4)	1 (0.3)
モミ	<i>Abies firma</i> Sieb. et Zucc.	11 (3.1)	5 (1.4)
ヤマツツジ	<i>Rhododendron obtusum</i> (Lindl.)		
	var. <i>kaempferi</i> (Planchon) Wilson	11 (3.1)	0 (0.0)
エゴノキ	<i>Styrax japonica</i> Sieb. et Zucc.		
タブノキ	<i>Machilus thunbergii</i> Sieb. et Zucc.	10 (2.8)	0 (0.0)
その他の種		134	13

に区分し、さらに木本層を林冠層と木本層下層に区分した。林冠層と木本層下層では、それぞれの構成種をすべて記録した。また、林冠層では樹冠の被度が30%以上の種を優占種と定義して記録した。単一の植生パッチで複数の種が優占種と判定された場合には、データのとりまとめの際に各優占種の項目にそれぞれ含めた。草本層では、全体の植被率を記録した後、被度が10%を超える種について種名をすべて記録した。

各植生パッチでは、クリノメーターを用いて地表面の傾斜方位と角度を記録した。次に、地表面の形態として斜面方向に垂直な方向の断面（本報告では横断面と呼ぶ）および、平行な方向の断面（本報告では縦断面と呼ぶ）の形状を凸型、平坦、凹型に3区分した。さらに、植生パッチが地形的に、1. 台地上の平坦部；2. 斜面上部；3. 斜面中部；4. 斜面下部；5. 斜面の下の低地部のいずれに位置するか記録した。斜面の長さが短く、斜面を上部・中部・下部に3区分できない場合はすべて3（斜面中部）に含めた。

調査は1996年から1998年のおもに冬季に行った。調査パッチ数は1996年度には121パッチ、1997年には119パッチ、1998年度には111パッチの計351パッチであった。

なお、本研究で地形に対する植生パッチの分布の偏りを解析するにあたっては、林冠層で優占する頻度が高かった6種の優占型について、「各地形区分における、各優占型に属する植生パッチの出現頻度は、植生パッチ全体の出現頻度と同じである」ことを帰無仮説として χ^2 検定を用いた。統計計算はパーソナルコンピュータ用ソフト Microsoft Excel 2000 を用いて行った。

結 果

1. 調査パッチの組成と地形構成

調査パッチの面積は12 m²から400 m²の範囲にあり、平均は84.5 m²で標準偏差は40.0 m²であった。50-75 m²の植生パッチが多く、25 m²から120 m²の植生パッチが全体の9割以上を占めた。

全351の調査パッチには、林冠層優占種として29種が記録された。出現数をもっとも多かったのはコナラで211パッチ(60.1%)に出現し、ついで、イヌシデが174パッチ(49.6%)に出現した(表1)。また、コナラとイヌシデは、優占したパッチ数も他種と比べてきわめて多く、それぞれ137パッチ(39.0%)、111パッチ(31.6%)で優占していた。これらの次に優占することの多かった落葉広葉樹はケヤキとムクノキであった。常緑広葉樹では、スダジイとシラカシがそれぞれ40パッチ(11.4%)、29パッチ(8.3%)で優占した。

各植生パッチにおける最大個体の胸高直径階の頻度分布を見ると、20-30 cmのクラスにピークを持つ

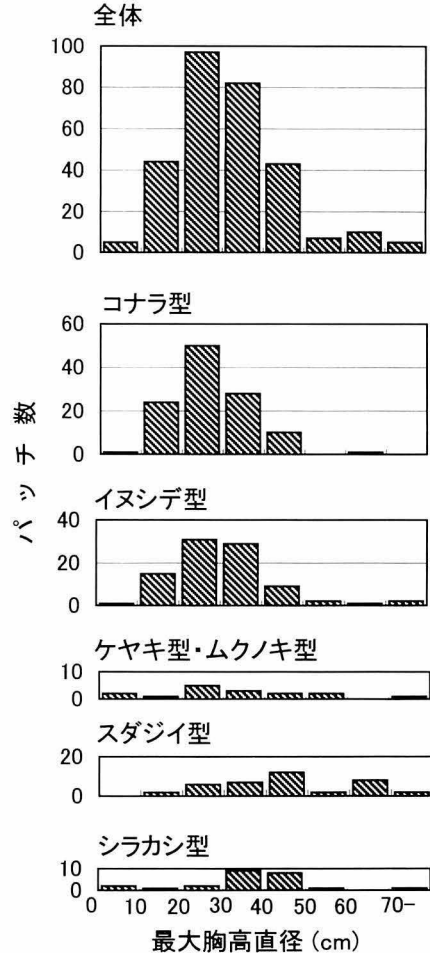


図2. 各植生パッチにおける最大個体の胸高直径階分布。ケヤキ型とムクノキ型についてはまとめて示す。

山型になった(図2)。このピークは、数が多かったコナラ型やイヌシデ型に属する植生パッチの特徴を反映したものである。スダジイ型は40-50 cmおよび60-70 cmのクラスにピークがあり、発達した植生パッチがあることを示していた。一方、シラカシ優占型のピークは30-40 cmのクラスにあり、直径50 cmを超える個体は2パッチでしか記録されなかった。

植生パッチの分布は地形的に偏りが見られた(図3)。まず、調査したパッチのうち81.2%は斜面上に位置していたのに対し、台地や低地のパッチはそれぞれ、16.2%、2.6%を占めるに過ぎなかった。台地や低地の調査パッチ数が少ないのは、耕作地などに利用されて森林が残っていないためである。地表面の形態から見ると、横断面、縦断面ともに、平坦な斜面が全体の約50%を占め、凸型が約30%、凹型斜面が約20%の割合を占めた。斜面傾斜の点では、20°以下の緩や

かな斜面は少なく、20°以上の急斜面の方が大きな割合を占めた。斜面方位の点では、各方位の斜面が比較的均等に見られたが、北東から南東の斜面は少なかった。

2. 地形要因と優占種

主要な6種（コナラ、イヌシデ、ケヤキ、ムクノキ、スダジイ、シラカシ）について、それぞれの種が優占する植生パッチがどのような地形区分に出現したのかを比較すると、コナラ型やケヤキ型の植生パッチと全植生パッチの分布は特定のパッチに有意に偏り（表2;

χ^2 検定, $P<0.05$), コナラ型は斜面上部に、ケヤキ型は斜面下部や斜面中部に偏って出現した。また、統計的な有意性は認められなかったが、イヌシデ型は台地上や斜面下部、ムクノキ型は斜面中部・下部における出現率が期待値をそれぞれ上回った。常緑広葉樹であるスダジイ型やシラカシ型は斜面中部で出現率が期待値を大きく超えていた。

斜面傾斜については、全パッチと各優占型との間に統計的な差はなかった（表3）。しかし、イヌシデ型は0-10°と20-30°のクラスでの出現率が期待値を超え、逆に40°以上のクラスでは期待値を大きく下回った。ケヤキ型は0-10°および40°以上のクラス、ムクノキ型は30-40°のクラスでの出現率が期待値を超えた。常緑広葉樹林ではスダジイ型、シラカシ型とも、10-20°のクラスでの出現率が期待値より低く、スダジイ型についてみると40°以上のクラスで期待値を大きく上回った。

地表面の凹凸については、横断面と縦断面についての結果がきわめて類似しており、いずれの断面でみても、コナラ型は凸型斜面に、イヌシデ型は凹型斜面に、偏って分布していた（表4; χ^2 検定, $P<0.001$ ）。そのほかの優占型では統計的な有意性は認められなかったが、ケヤキ型、ムクノキ型は平坦もしくは凹型の斜面で出現率が期待値を超えた。常緑広葉樹では、シラカシ型は凹型の斜面に、スダジイ型は凸型の斜面にそれぞれ分布が偏る傾向がみられた。

斜面方位については、コナラ型は南～西斜面に、ムクノキ型は東～南東斜面に分布が偏っていた（表5; $P<0.001$ ）。他方、イヌシデ型も、統計的な有意性は認められなかったものの、東～南東斜面および北西～北斜面に分布が偏る傾向があった。ケヤキ型は東斜面と北斜面で出現率が期待値を上回った。コナラ以外の落葉樹が優占する植生パッチはいずれも、南、南西、および西斜面で出現率が期待値を下回った。常緑広葉樹の優占型の分布は、特定の斜面方位に偏ることはなかった。

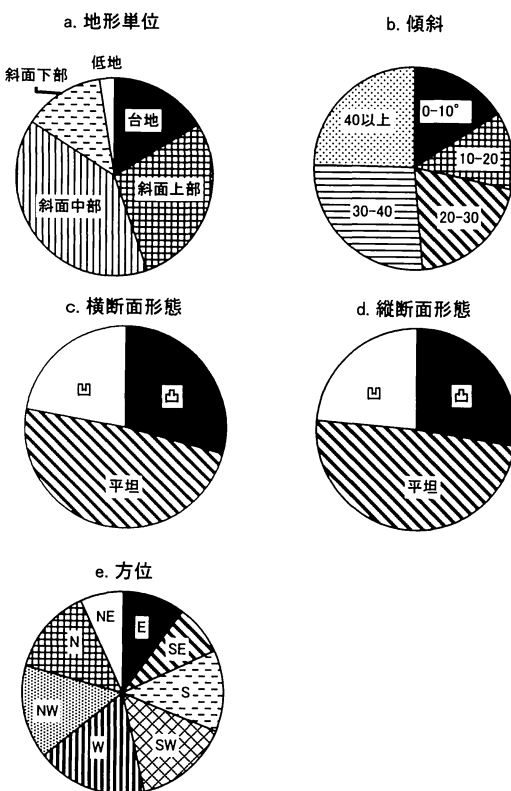


図3. 調査したパッチの各地形要素ごとの出現率。

表2. 各優占型の地形区分ごとの出現率(%). 全体の出現率より大きい値に“+”, 小さい値に“-”をつけた。

優占型	台地	斜面上部	斜面中部	斜面下部	低地	P 値	n
コナラ	14.6 -	39.4 +	38.0 -	6.6 -	1.5 -	0.023*	137
イヌシデ	18.9 +	24.3 -	36.0 -	17.1 +	3.6 +	0.518	111
ケヤキ	5.3 -	15.8 -	36.8 -	26.3 +	15.8 +	0.001**	19
ムクノキ	0.0 -	25.0 -	50.0 +	25.0 +	0.0 -	0.648	8
スダジイ	17.5 +	25.0 -	50.0 +	5.0 -	2.5 -	0.478	40
シラカシ	14.8 -	14.8 -	63.0 +	7.4 -	0.0 -	0.140	27
全体	16.2	28.2	39.6	13.4	2.6		351

** $P<0.005$; * $P<0.05$.

表 3. 斜面傾斜度別の各優占型の出現率 (%). 全体の出現率より大きい値に “+”, 小さい値に “-” をつけた. χ^2 検定の結果, いずれの優占型でも $P > 0.05$ で, パッチ全体の出現率との有意差はなかった.

優占型	斜面傾斜 (°)					P 値	n
	0-10	10-20	20-30	30-40	40 以上		
コナラ	10.2 -	14.6 +	22.6 +	28.5 +	24.1 -	0.545	137
イヌシデ	21.6 +	12.6 +	25.2 +	26.1 -	14.4 -	0.092	111
ケヤキ	31.6 +	0.0 -	10.5 -	26.3 -	31.6 +	0.224	19
ムクノキ	0.0 -	12.5 +	0.0 -	62.5 +	25.0 +	0.233	8
スダジイ	15.0 -	2.5 -	17.5 -	22.5 -	42.5 +	0.117	40
シラカシ	18.5 +	3.7 -	29.6 +	22.2 -	25.9 +	0.592	27
全体	16.0	12.3	20.5	26.5	24.8		351

表 4. 地表面の形態ごとの各優占型の出現率 (%). 横断面と縦断面の両方について示す. 全体の出現率より大きい値に “+”, 小さい値に “-” をつけた.

優占型	横断面			P 値	縦断面			P 値	n
	凸型	平坦	凹型		凸型	平坦	凹型		
コナラ	43.8 +	45.3 -	10.9 -	0.000***	46.0 +	43.8 -	10.2 -	0.000***	137
イヌシデ	12.6 -	55.9 +	31.5 +	0.000***	7.2 -	54.1 +	38.7 +	0.000***	111
ケヤキ	21.1 -	52.6 +	26.3 +	0.733	15.8 -	52.6 +	31.6 +	0.465	19
ムクノキ	12.5 -	50.0 +	37.5 +	0.450	25.0 -	37.5 -	37.5 +	0.645	8
スダジイ	35.0 +	47.5 -	17.5 -	0.638	30.0 +	52.5 +	17.5 -	0.658	40
シラカシ	18.5 -	48.1 -	33.3 +	0.282	18.5 -	51.9 -	29.6 +	0.529	27
全体	29.1	48.7	22.2		27.6	48.7	23.6		351

***, $P < 0.001$.

表 5. 斜面方位ごとの各優占型の出現率 (%). 全体の出現率より大きい値に “+”, 小さい値に “-” をつけた.

優占型	斜面方位								P 値	n
	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE		
コナラ	4.4 -	5.8 -	19.0 +	21.9 +	22.6 +	8.8 -	6.6 -	5.1 -	0.000***	137
イヌシデ	10.8 +	10.8 +	7.2 -	7.2 -	10.8 -	17.1 +	18.0 +	4.5 -	0.052	111
ケヤキ	21.1 +	5.3 -	5.3 -	5.3 -	10.5 -	10.5 -	15.8 +	5.3 -	0.607	19
ムクノキ	62.5 +	12.5 +	0.0 -	12.5 -	0.0 -	12.5 -	0.0 -	0.0 -	0.000***	8
スダジイ	7.5 -	10.0 +	17.5 +	10.0 -	17.5 +	10.0 -	5.0 -	12.5 +	0.456	40
シラカシ	7.4 -	11.1 +	3.7 -	14.8 +	11.1 -	14.8 +	22.2 +	7.4 +	0.690	27
全体	9.1	7.1	12.0	13.7	16.0	13.7	12.5	6.3		351

***, $P < 0.001$.

3. 各優占型の植生パッチの組成と構造

種の出現頻度を用いて, 優占型ごとに種組成の類似度を解析するとコナラ型とイヌシデ型, ケヤキ型とムクノキ型との間に高い類似性がみられた (図 4). そして, 常緑広葉樹が優占するシラカシ型, ついでスダジイ型が, コナラ型とイヌシデ型のグループに近い組成を示した.

次に, 20 以上のパッチに出現した 28 種について, 主要な 6 種の優占する植生パッチでの出現頻度をそれぞれ求め, 種ごとの出現の類似性を比較した. 種は

大まかに 3 つの種群に分けられた (図 5). 種群 I にはスギやシラカシなど 14 種が, 種群 II にはナガバジャノヒゲ, アオキなど 8 種が, そして, 種群 III にはムラサキシキブ, ヤマツツジなどの 6 種がまとめられた. 種群 I はムクノキ型を除いて広く出現する種であったが, 種群 I はさらに種群 Ia, Ib, Ic に分けることができた. 種群 Ia のスギ, シラカシ, ヒサカキ, キツタ, ヤマザクラ, アズマネザサ, イヌシデ, コナラの 8 種はすべての優占型に出現し, ほとんどの場合 10% 以上の出現頻度を示した (表 6). 常緑広葉樹であるスダ

ジイ、ネズミモチ、アカガシ、タブノキ、ヤブツバキは種群 Ib にまとめられ、常緑広葉樹林であるスダジイ型あるいはシラカシ型で出現頻度が比較的高く、特にスダジイ型における出現頻度はすべての種で 20% 以上であった。種群 Ic はテイカカズラ 1 種であったが、Ib 同様スダジイ型、シラカシ型での出現頻度が高かった。種群 II は、ケヤキあるいはムクノキ型で高い出現頻度を示した。中でも、ナガバジャノヒゲ、アオキ、シロダモの 3 種は出現パターンの点できわめて類似していた。種群 II の出現頻度をコナラ型とイヌシデ

型と比較すると、ほとんどの種でイヌシデ型での出現頻度の方が高かった。種群 III は、カマツカをのぞき、コナラ、イヌシデ、スダジイの各優占型に出現し、ケヤキ型やムクノキ型で出現しないという点で共通していた。

次に、木本層下層に限り、各優占型のパッチにおける常緑性の種の出現頻度を検討した(表 7)。シラカシはすべての優占型のパッチに高頻度で出現し、コナラ型、イヌシデ型、シラカシ型のパッチではもっとも高い値を示した。スダジイは、スダジイ型で 50% に近い値を示すが、そのほかの優占型では 10% 程度にとどまった。シロダモはすべての優占型で 20% 以上の値を示したが、特にケヤキ型・ムクノキ型で 50% 以上に及んだ。低木種では、コナラ型やスダジイ型、シラカシ型ではヒサカキの値が高く、ケヤキ型やムクノキ型ではアオキの値が高かった。

考 察

1. 佐倉市周辺の森林の組成

本調査地域では気候的極相である常緑広葉樹林よりも、落葉広葉樹が優占する二次林が広く分布していた(表 1)。関東平野では 20 cm 以下のコナラ林でも林齢は 30-50 年程度である(紙谷, 1996)ことを考慮すると、胸高直径 20-30 cm の最大個体が多く見られるこ

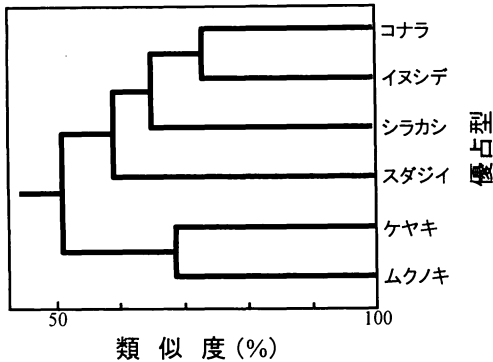


図 4. 各優占型パッチの種組成の類似度。類似度の計算は種の出現頻度に基づく。

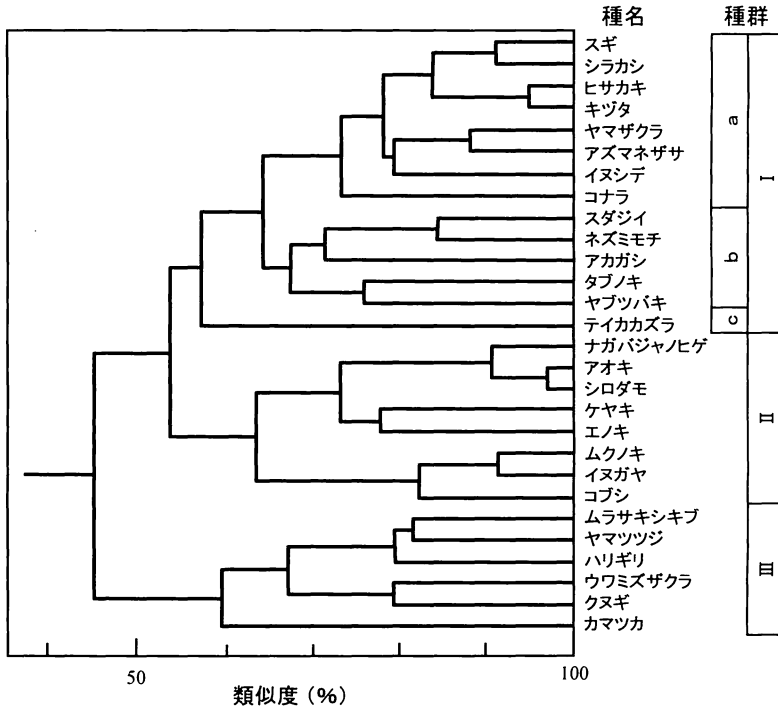


図 5. 種の出現の類似度。20 以上のパッチに出現した種について示す。各種の、それぞれの優占型ごとの出現頻度から類似度を計算した。

二次林の優占型と地形

表 6. 各優占型における主要 28 種の出現頻度 (%). 20 以上のパッチに出現した種について示す. 種群の区分については図 5 を参照.

種群	和名	学名	優占型					
			コナラ	イヌシデ	ケヤキ	ムクノキ	スダジイ	シラカシ
Ia								
	スギ	<i>Cryptomeria japonica</i> (L. fil.) D. Don	14.6	20.7	15.8	12.5	15.0	22.2
	シラカシ	<i>Quercus myrsinaefolia</i> Blume	52.6	54.1	52.6	37.5	40.0	100.0
	ヒサカキ	<i>Eurya japonica</i> Thunb.	52.6	35.1	36.8	37.5	85.0	74.1
	キツタ	<i>Hedera rhombera</i> (Miq.) Bean	13.9	12.6	10.5	12.5	30.0	22.2
	ヤマザクラ	<i>Prunus jamasakura</i> Sieb. ex Koidz.	16.1	13.5	10.5	12.5	5.0	18.5
	アズマネザサ	<i>Pleioblastus chino</i> (Franch. et Savat.) Makino	87.6	73.9	36.8	50.0	15.0	55.6
	イヌシデ	<i>Carpinus tschonoskii</i> Maxim.	36.5	100.0	52.6	37.5	25.0	48.1
	コナラ	<i>Quercus serrata</i> Thunb. ex Murray	100.0	48.6	10.5	37.5	50.0	37.0
Ib								
	スダジイ	<i>Castanopsis sieboldii</i> (Maxino) Hatsusima ex Yamazaki et Mashiba	25.5	17.1	21.1		100.0	33.3
	ネズミモチ	<i>Ligstrum japonica</i> Thunb.	5.1	8.1	5.3		22.5	14.8
	アカガシ	<i>Quercus acuta</i> Thunb. ex Murray	6.6	18.9	31.6		32.5	11.1
	タブノキ	<i>Machilus thunbergii</i> Sieb. et Zucc.	2.9	4.5	21.1	12.5	22.5	29.6
	ヤブツバキ	<i>Camellia japonica</i> L.	2.9	2.7	10.5	12.5	22.5	7.4
Ic								
	テイカカズラ	<i>Trachelospermum asiaticum</i> (Sieb. et Zucc.) Nakai	5.8	3.6	5.3		12.5	37.0
II								
	ナガバジャノヒゲ	<i>Ophiopogon japonicus</i> (L. fil.) Ker-Gawl. var. <i>umbrosus</i> Maxim.	23.4	36.9	78.9	75.0	60.0	29.6
	アオキ	<i>Aucuba japonica</i> Thunb.	24.1	43.2	68.4	87.5	35.0	29.6
	シロダモ	<i>Neolitsea sericea</i> (Bl.) Koidz.	23.4	34.2	68.4	87.5	32.5	29.6
	ケヤキ	<i>Zelkova serrata</i> (Thunb.) Makino	7.3	24.3	100.0	50.0	12.5	37.0
	エノキ	<i>Celtis sinensis</i> Per. var. <i>japonica</i> (Planch.) Nakai	8.8	7.2	21.1	12.5		
	ムクノキ	<i>Aphananthe aspera</i> (Thunb.) Planch.	5.8	9.0	36.8	100.0	10.0	7.4
	イヌガヤ	<i>Cephalotaxus herringtonia</i> (Knight) K. Koch	5.1	8.1	15.8	50.0		3.7
	コブシ	<i>Magnolia praecocissima</i> Koidz.	9.5	11.7	5.3	50.0		7.4
III								
	ムラサキシシブ	<i>Callicarpa japonica</i> Thunb.	21.9	13.5			7.5	3.7
	ヤマツツジ	<i>Rhododendron obtusum</i> (Lindl.) Planchon var. <i>kaempferi</i> (Planchon) Wilson	13.9	5.4			10.0	
	ハリギリ	<i>Kalopanax pictus</i> (Thunb.) Nakai	8.8	9.9			7.5	
	ウワミズザクラ	<i>Prunus grayana</i> Maxim.	16.8	4.5			2.5	7.4
	クヌギ	<i>Quercus acutissima</i> Carruthers	13.9	8.1			5.0	14.8
	カマツカ	<i>Puorthiaea villosa</i> (Thunb.) Decne. var. <i>laevis</i> (Thunb.) Stapf.	10.9	6.3		12.5	2.5	

の地域では、それ以上の林齢をもつパッチが卓越していると考えられる(図 2)。本来、千葉県の二次林は 10 年から 20 年の周期で伐採・更新が行われていた(藤平, 1986)ことから、これらの管理が途絶え、数十年が経過している森林が多いことがわかる。

宮脇ら(1977)は、植物社会学的な視点から、佐倉市

における高木からなる自然植生として、ヤブコウジ・スダジイ群集やケヤキを伴うシラカシ群集、イボタノキ・ハンノキ群集、代償植生ではクヌギ・コナラ群集やイヌシデ・コナラ群落、ムクノキ・ケヤキ群落が成立するとしている。今回の調査でコナラ、イヌシデ、ケヤキ、ムクノキ、シラカシ、スダジイの 6 種が高頻度で

表 7. 各優占型の木本層下層における常緑性の種の出現頻度. 各優占型のパッチ数に対する出現パッチ数の百分率で表す.

	優占型					
	コナラ	イヌシデ	スダジイ	シラカシ	ケヤキ	ムクノキ
高木種						
シラカシ	50.4	52.3	32.5	81.5	52.6	37.5
シロダモ	21.9	33.3	30.0	29.6	57.9	50.0
スダジイ	12.4	12.6	47.5	11.1	10.5	
アカガシ	4.4	14.4	25.0	7.4	21.1	
タブノキ	2.9	3.6	20.0	29.6	10.5	12.5
モチノキ	1.5		17.5	11.1	5.3	
低木種						
ヒサカキ	51.8	35.1	85.0	70.4	36.8	37.5
アオキ	20.4	37.8	32.5	22.2	68.4	75.0
ムラサキシキブ	21.9	13.5	7.5	3.7		
ネズミモチ	5.1	8.1	22.5	18.5	5.3	
イヌガヤ	5.1	8.1		3.7	15.8	50.0
ヤブツバキ	2.9	2.7	22.5	7.4	10.5	12.5
パッチ数	137	111	40	27	19	8

優占していたことは、宮脇らの記載と矛盾しない。

種組成の点から、調査パッチは、ほとんどの優占型の植生パッチに広く出現する種群 I と、広く出現するがケヤキ型・ムクノキ型の植生パッチを中心に分布する種群 II、おもにコナラ型に分布しケヤキ型やムクノキ型にはほとんど出現しない種群 III から構成されていた (表 6)。コナラ型とイヌシデ型は種組成的には類似していたが、種群 II の出現頻度は後者で高い傾向があり、この点からイヌシデ型は、コナラ型に比べて、ケヤキ型やムクノキ型に類似しているといえる。

2. 落葉広葉樹林の分布と地形

本調査地域で出現頻度の高かった 6 種の優占型のうち、落葉広葉樹の優占する植生パッチのほうが、常緑広葉樹の優占するパッチよりも地形に対する対応関係が明確であった (表 2-5)。すなわち、コナラ型の植生パッチは斜面上部の凸型斜面に、イヌシデ型は台地上もしくは斜面下部の傾斜 30°未満の凹型斜面に偏って分布していた。また、ケヤキ型やムクノキ型も斜面の下部や低地に偏って分布し、凹型の斜面に高頻度で見られた。植物社会学的な記載から、下総台地の代償植生についてクヌギ-コナラ群集は乾性型の群集であり、イヌシデ-コナラ群落やケヤキ-ムクノキ群落は谷的な適潤地に成立すること、イヌシデ-コナラ群落が“U 字型”の地形に分布していることが報告されている (宮脇・鈴木, 1974; 宮脇ほか, 1975, 1977)。この研究で明らかになった落葉広葉樹林の分布パターンと地形との対応関係は、下総台地において一般的な傾向であると考えられる。

落葉広葉樹林の分布と地形との同様な対応関係は、

阿武隈山地からも報告されており、コナラ林は斜面に広く分布し、イヌシデ林が斜面中腹から下部の緩やかな傾斜地、ケヤキ林は谷部の浅い土壌の急斜面に成立していることが認められている (Kashimura, 1974)。また、相模川流域の急傾斜地では、平滑な上部谷壁斜面にコナラ群落クヌギ型、やや凹型の下部谷壁斜面にケヤキ群落が成立し、その移行帯にコナラ群落イヌシデ型がみられるとの報告がある (浅見・奥田, 1999)。

上述のような斜面上の位置や斜面の形態は、その場の水分環境に影響すると考えられる。一般的に、斜面下部ほど湿潤な環境が保たれやすく、また、凸型斜面では乾性の、凹型斜面では湿性の土壌の特徴がより強く現れる (斎藤, 1977)。

斜面方位の点からは、コナラ型の植生パッチが南西斜面に偏って分布するのに対し、そのほかの落葉広葉樹が優占するパッチは東斜面を中心に分布していた (表 5)。斜面方位は、立地の日射量、気温、水分条件などに関係する事が知られており、南西斜面は、一般的に強い日射に伴う高温と乾燥が起こりやすいと考えられる (石塚, 1977)。したがって、コナラ型以外の落葉広葉樹林が南西斜面に少ない原因として、強い日射に伴う高温や乾燥が考えられる。

平田 (1995) は、房総丘陵の大福山周辺において本研究と同様の方法で調査を行った。それによれば、大福山周辺ではイヌシデ型の植生パッチが北西向きの緩斜面に著しく偏って分布することが明らかとなっている。大福山周辺の地層は、北西方向に傾斜する砂泥互層からなるため、北西斜面に緩傾斜地が形成されやすい。また、地下水が不透水層を北西方向に流れる傾向があり、湿性の環境が形成されやすい。したがって、

大福山周辺においても、イヌシデ型の植生パッチの分布は湿潤な土壤環境との関係が強いと考えられる。

これまで、千葉県の森林に関し、地形要因と植生との対応について数多くの報告があり、植生の分布を規定する直接的な原因として、攪乱体制の違いや温度環境が論じられている（藤平，1986；田邊ほか，1988；Sakai and Ohsawa, 1993）。本研究で対象とした佐倉市周辺では、斜面の形態や斜面上の位置、斜面方位によって水分環境が異なり、このことが森林植生の分布を決める大きな原因となっていると考えられる。そして、乾から湿への環境傾度に沿って、コナラ型→イヌシデ型→ケヤキ型・ムクノキ型という植生パッチの配列が推定される。この配列は、コナラ、イヌシデ、ケヤキ林の生育適地を、それぞれ、弱乾性、弱湿性、弱湿性～湿性と位置付けている林業的な知見（柳沢，1981）とも一致している。

3. 下層の組成と遷移

スダジイ型の植生パッチは、神社の周辺など人為的影響が比較的少ない場所に多く、最大胸高直径が大きいことから（図2）、発達したパッチが多いことがわかる。しかし、スダジイは、その優占パッチ以外の木本層下層での出現頻度が低いことから（表7）、スダジイ林の分布は、今後広がらないことが推測される。

一方、シラカシ型の植生パッチは、スダジイ型に比較すると、パッチ数が少なく、また、パッチの最大胸高直径は小さいものが多い。しかし、コナラ型やイヌシデ型の植生パッチの下層ではシラカシがもっとも高頻度で出現した（表7）。したがって、二次林であるコナラ林やイヌシデ林は遷移の進行に伴い、シラカシ林に遷移してゆく可能性が高い。この点から、今後、この地域ではシラカシ林が卓越すると考えられる。シラカシ林については、おもに屋敷林や植栽林が由来であるとする立場（小平・福嶋，1975）と、天然林の断片が現在の屋敷林などにだけ残されたものとする立場がある（宮脇・鈴木，1974）。現在、佐倉市周辺に見られる若い林齢のシラカシ林は、植栽林から広がったものが大部分であると考えられる。

斜面下部に分布するムクノキ型やケヤキ型の下層では、シラカシよりシロダモの出現頻度が高い。これらのパッチではシラカシとともにシロダモが次世代に優占する可能性が高い（表7）。ムクノキ型やケヤキ型は、植物社会学的には、シラカシ群集、あるいはイノデタブ群集の代償植生であるケヤキ・ムクノキ群集に属すると思われるので（宮脇ほか，1977）、シロダモの優占度が増加した後、シラカシやタブノキの優占度が増加することも考えられる。

- 落と表層土壌の安定性について一相模川右岸中津原台地段丘崖を例として一。日本生態学会誌 49: 247-257.
- 福嶋 司・飯田友貴夫・横井秀一・館山昭浩・門谷 健. 1988. 内浦山自然環境保全地域. *In* 千葉県自然環境保全地域等変遷調査報告書, pp. 9-29. 千葉県環境部.
- 原 正利・吹春俊光. 1990. 笠森鶴舞地区の植生. *In* 房総地域自然環境保全基礎調査報告書, pp. 338-344. 千葉県環境部.
- 平田和弘. 1995. 大福山周辺の森林とその立地条件. 千葉中央博自然誌研究報告特別号 (2): 183-193.
- 石塚和雄. 1977. 地形と小気候. *In* 石塚和雄（編），群落の分布と環境, pp. 197-206. 朝倉書店，東京.
- 紙谷智彦. 1996. 雑木林の更新技術. *In* 亀山 章（編），雑木林の植生管理, pp. 147-158. ソフトサイエンス社，東京.
- Kashimura. 1974. Ecological study on the mountain forest in the southern Tohoku Distinct of Japan. *Ecol. Rev.* 18(1): 1-56.
- 吉良竜夫. 1948. 温量子数による垂直的な気候帯のわちかたについて. 寒地農学 2: 143-173.
- 小平哲夫・福嶋 司. 1975. 千葉県の植生の概説. *In* 第3回自然環境保全基礎調査植生調査報告書, pp. 5-32. 環境庁，東京.
- 宮脇 昭・鈴木邦雄. 1974. 千葉市の植生一都市の環境保全のための植物社会学的研究一. 92 pp. 千葉市.
- 宮脇 昭・奥田重俊・鈴木邦雄. 1975. 千葉東南部・千原台地区の植生. 93 pp. 日本住宅公団，東京.
- 宮脇 昭・奥田重俊・藤原一絵・大山弘子・山田政幸. 1977. 佐倉市の植生. 132 pp. 佐倉市.
- 沖津 進・飯田友貴夫・中島 治. 1986. 三石山郷土環境保全地域の植生. *In* 千葉県自然環境保全地域等変遷調査報告書, pp. 59-88. 千葉県環境部.
- 沖津 進・田邊 仁. 1987. 高滝神社の森郷土環境保全地域の植生. *In* 千葉県自然環境保全地域等変遷調査報告書, pp. 37-64. 千葉県環境部.
- 大沢雅彦・野崎玲司・佐倉詔夫. 1982. 樹形を用いた個体群状態の評価：群落生態学的评价の基礎として. *In* 「環境科学」研究報告集 B149-R12-3, pp. 1-24.
- Ozaki, K. and Ohsawa, M. 1995. Successional change of forest pattern along topographical gradients in warm-temperate mixed forests in Mt. Kiyosumi, central Japan. *Ecol. Res.* 10: 223-234.
- 斎藤員郎. 1977. 地形と土壌. *In* 石塚和雄（編），群落の分布と環境, pp. 206-218. 朝倉書店，東京.
- Sakai, A. and M. Ohsawa. 1993. Vegetation pattern and microtopography on a landslide scar of Mt. Kiyosumi, central Japan. *Ecol. Res.* 8: 47-56.
- 佐倉市自然環境調査団. 2000. 地質と水系. *In* 佐倉市自然環境調査報告書, pp. 389-426. 佐倉市.
- 田邊 仁・沖津 進・高橋啓二. 1988. 千葉県の残存林分における南北斜面の林分構造の違い. 日林論 (99): 399-400.
- 手塚英男. 1974. 大福山の自然林. *In* 千葉県天然記念物調査報告書, pp. 237-244. 千葉県教育委員会.
- 藤平量郎. 1986. 房総半島の二次林. 千葉県生物誌 35: 45-63.
- 柳沢聡雄. 1981. 広葉樹林の施業. *In* 柳沢聡雄（編），広葉樹林とその施業, pp. 117-173. 地球社，東京.

（2001年3月10日受理）

引用文献

浅見和弘・奥田重俊. 1999. 急傾斜地に発達する森林群

**Forest Type Distribution in Different
Topographic Condition, in Sakura
City, Northern Part of the Boso
Peninsula, Japan**

Kazuhiro Hirata

Natural History Museum and Institute, Chiba
955-2 Aoba-cho, Chuo-ku, Chiba 260-8682, Japan

The distribution of forest types was studied in relation to topographical conditions in Sakura City, northern part of the Boso Peninsula. Based on 351 stand data taken by patch sampling method, six major types of forest were recognized.

They were four deciduous types (*Quercus serrata* type, *Carpinus tschonoskii* type, *Zelcova serrata* type and *Aphananthe aspera* type) and two evergreen types (*Quercus myrsinaefolia* type and *Castanopsis sieboldii* type). Among them, *Q. serrata* and *C. tschonoskii* types were most prevailing in the area, followed by *Q. myrsinaefolia* and *C. sieboldii* types. *Q. serrata* type was most frequent in the upper part of southwest-facing convex slopes, while the rest of deciduous types were mostly found in the lower part of east-facing concave slopes. Evergreen types were observed in the middle part of slope irrespective of slope direction. *C. sieboldii* type was frequently distributed on the convex slopes, while *Q. myrsinaefolia* type on the concave slopes.