

暖温帯のスギ人工林内における広葉樹の混交状態^{*1}齊藤 哲^{*2} · 小南陽亮^{*2} · 永松 大^{*3} · 佐藤 保^{*4} · 大谷達也^{*2}

齊藤 哲・小南陽亮・永松 大・佐藤 保・大谷達也：暖温帯のスギ人工林内における広葉樹の混交状態 九州森林研究 57：83-86, 2004 暖温帯のスギ人工林内における広葉樹の混交状態を把握することを目的としてスギと広葉樹が混交する120年生の林分（混交林）と40年生スギ人工林（スギ林）において林分構造と広葉樹の種組成、本数密度について調査した。混交林は大径のスギを含むとともに、広葉樹については九州の代表的な自然植生である照葉樹林に近い構造を持つ林分であった。スギ林においては、広葉樹の定着が認められたが、定着した広葉樹の大部分は亜高木種であり、照葉樹林の林冠層で優占する種（主要高木種）は稀であった。これらのことからスギ人工林では、亜高木種は早く定着するが、主要高木種の定着は遅いと考えられた。暖温帯のスギ人工林を混交林に誘導するためには、照葉樹林主要高木種の定着過程の解明が必要である。

キーワード：亜高木種、個体密度、混交林、種構成、照葉樹林主要高木種

Saito, S., Kominami, Y., Nagamatsu, D., Sato, T. and Ohtani, T.: **Stand structure and species composition of trees that invaded *Cryptomeria japonica* plantations in warm-temperate area of Japan** Kyushu J. For. Res. 57: 83-86, 2004 Stand structure was studied to understand establishment of trees that invaded *Cryptomeria japonica* plantations in warm-temperate area of Japan. The study was carried out in a mixed stand (120 years old, mixed plot) and nine *C. japonica* plantations (40 years old, plantation plots). The mixed plot contained five large *C. japonica* and had similar species composition and density of trees with height \geq 1.3m to natural lucidophyllous forest in Japan. Densities of trees with height \geq 1.3m except *C. japonica* were 444 to 2267 trees/ha, irrespective of the early density of *C. japonica* and to the decreasing ratio of *C. japonica*, in the plantation plots. Most trees that invaded the plantation plots were sub-canopy species. There were few species dominating in canopies of natural lucidophyllous forests (main canopy species) in the plantation plots. This suggested that it took long term for the main canopy species to be established in the *C. japonica* plantations. To understand suitable ways to induce plantations to mixed forests, it is necessary to clarify the process of establishment of the main canopy species in the plantations.

Key words: density, main canopy species of lucidophyllous forest, mixed forest, species composition, sub-canopy species.

I. はじめに

戦後、木材需要の高まりから九州においても針葉樹人工林が広範に造成された。しかし近年の国内林業の低迷により、管理が行き届かず木材生産機能を十分に発揮できない林分が数多くみられる。一方、森林に対する社会的ニーズは木材生産機能から公益的機能へシフトし、森林の形態も単一樹種の人工林より多種多様な樹種で構成される森林への要求が高まっている。このような背景から、かつては木材生産を目的として造成された人工林を公益的機能も備えた混交林へと誘導する施業技術の確立が求められている。

暖温帯における人工林の混交林への誘導に関しては、針葉樹人工林の下層に人為的に植栽した広葉樹の生残、成長から成林の可能性を検討した報告がある（佐藤ほか、2001；長濱・福村、

2002；小南ほか、2003）。一方、省力的に混交林へ誘導するには、人工林に自然に侵入した広葉樹を混交林化に利用することがポイントとなる。侵入広葉樹の更新および混交林化への利用の可能性を検討するためには、種組成、個体数およびサイズを含めた構造の解析が必要である。しかし、人工林への植物の侵入に関しては、これまで主に種多様性の観点から、侵入した種数を解析した報告が多く（中川・伊藤、1997；長池、2000）、侵入広葉樹の構造を解析した例は少ない（小谷・高田、1999；長谷川・平、2000）。

本研究では、混交林化の可能性を検討するため、暖温帯のスギ人工林における広葉樹の混交状態を把握することを目的とした。スギと広葉樹の混交が進んだ林齢約120年のスギ・広葉樹混交林と林齢約40年生のスギ人工林において林分構造を調査し、両者の広葉樹の本数密度および種組成を比較した。また、広葉樹の定着に関与する要因をスギ密度の変化から解析した。そして、これら

^{*1} Saito, S., Kominami, Y., Nagamatsu, D., Sato, T. and Ohtani, T.: Stand structure and species composition of trees that invaded *Cryptomeria japonica* plantations in warm-temperate area of Japan

^{*2} 森林総合研究所九州支所 Kyushu Res. Center, For. Forest Prod. Res. Inst., Kumamoto, 860-0862

^{*3} 鳥取大学教育地域科学部 Fac. Edu. Regional Sci., Tottori Univ., Tottori, 680-8551

^{*4} 森林総合研究所 For. Forest Prod. Res. Inst., Tsukuba, 305-8687

表-1. 調査区のスギ密度の推移および現在の林冠開空度

調査区	スギ密度 (本/ha)					2003年スギ 樹高最大値 (m)	林冠開空度 (%)	
	1963(植栽年)	1969	1976	1983	1989			2003*1
P0			-データなし-			125	33	4.5
P1	3000	2208	2139	2139	1497	800	17	5.4
P2	3000	1856	1667	1667	1667	800	19	10.1
P3	3000	2187	2042	2012	1982	1022	18	9.7
P4	3000	2208	2000	2000	1958	756	16	12.2
P5	6000	3233	2449	2449	1701	675	17	11.3
P6	6000	4880	4000	3943	2200	978	24	6.1
P7	6000	4342	3652	3617	2482	1378	22	7.6
P8	6000	4803	4323	4323	2739	1289	19	7.7
P9	10000	8308	6923	6450	2840	1778	16	8.5

*1: 2003年スギ個体密度は本研究の調査結果から算出

表-2. 混交林における出現樹種

樹種	タイプ*1	階層ごとの出現本数 (本/400m ²)			樹高 最大値 (m)	胸高直径 最大値 (cm)	胸高直径 平均値 (cm)
		20m以上	1.3m以上 20m未満	1.3m 未満*2			
スギ	C	5	-	-	33.0	74.1	59.5
イスノキ	C (d)	-	1	-	1.5	0.6	0.6
ウラジロガシ	C (d)	8	2	160	30.0	36.5	26.1
ツクバネガシ	C (d)	2	11	-	28.0	33.2	10.8
イタヤカエデ	C	1	-	-	30.0	40.2	40.2
ミズキ	C	5	-	-	30.0	30.8	26.2
リュウキユウマメガキ	C	1	-	-	25.0	27.1	27.1
イヌガヤ	S	-	2	-	15.0	11.7	9.2
サカキ	S	-	4	-	9.0	8.3	5.8
ヒサカキ	S	-	2	-	5.0	4.3	3.3
ヤブツバキ	S	-	10	64	12.0	9.9	4.8
サザンカ	S	-	71	528	15.0	10.8	4.7
モッコク	S	-	2	16	12.0	9.5	7.1
ホソバタブ	S	-	6	208	7.0	6.3	2.3
ヤブニッケイ	S	-	1	48	2.0	1.3	1.3
イヌガシ	S	-	-	96	<1.3	-	-
バリバリノキ	S	-	1	-	5.0	6.5	6.5
シキミ	S	-	5	-	8.0	4.5	2.7
ハイノキ	S	-	1	-	1.5	1.0	1.0
モチノキ	S	-	1	-	2.0	1.2	1.2
ネズミモチ	S	-	-	32	<1.3	-	-

*1: C (d) は主要高木種, C はその他の高木種, S は亜高木種

*2: 1.3m 未満は5m × 5m の小区画の本数を400m²あたりに換算

の結果をもとにスギ人工林を混交林へ誘導する施業について考察した。

II. 調査地と方法

調査は霧島山系にある宮崎森林管理所白鳥国有林68林班い小班と70林班い小班 (31°58'N, 130°47'E, 標高約600m) で行った。調査地は原植生の照葉樹林である保護樹帯と林木遺伝資源保存林 (田川, 1977) にそれぞれ隣接している。調査林分の土壌は全てB₀型で斜面型は平坦面であり, 地位は熊本地方スギ林分収獲予想表の上であった (保育試験研究班, 2000)。スギ植栽以前はいずれも保護樹帯や林木遺伝資源保存林と同様にタブノキ, カシ類, イスノキを主体とする照葉樹林であった (田川, 1977; 保育試験研究班, 2000)。

スギと広葉樹が混交する約120年生の林分 (70林班い小班) に

調査区 (混交林, P0) を設け, さらに約40年生のスギ人工林 (68林班い小班) に9つの調査区を設置した (スギ林; P1~P9)。スギ林では1963年から1989年にかけて保育形式試験が行われ, 異なる植栽密度・間伐率・間伐回数・間伐開始年を組み合わせた様々な保育形式の試験区が設置された (表-1, 保育試験研究班, 2000)。調査区のサイズは15m × 15m (P0とP5は20m × 20m) とした。調査区の草本層の最大高はP8 (1.5m) 以外すべて1m以下であったことから本研究では樹高1.3m以上の個体 (木本類) を定着個体とした。調査区内のスギおよびスギ以外の広葉樹 (イヌガヤを含む) の定着個体を対象に種名, 胸高直径および樹高を記録した。また調査区に5m × 5m (P8は5m × 10m) の小区画を1箇所設けその中の樹高1.3m未満の個体 (以下, 稚幼樹) の種名と個体数を記録した。林分の光環境を把握するため高さ1.3mで全天写真を撮影し, 林冠開空度を求めた。調査林分の林冠には明瞭な樹冠の偏りや大きなギャップがみられ

表-3. スギ人工林の各調査区における広葉樹の出現本数 (本/225m²)

樹種	タイプ*1	P1	P2	P3	P4	P5*2	P6	P7	P8	P9	樹高最大値 (m)
タブノキ	C (d)						1				5.0
アカメガシワ	C	1									7.0
イタヤカエデ	C	1									2.5
エノキ	C	1					3				10.0
キハダ	C				1						5.0
クマノミズキ	C			1							16.0
コブシ	C					1					2.5
サングジュ	C							1			2.0
チシャノキ	C	1	1			1				1	3.0
ハリエンジュ	C	3			1						3.5
ムクノキ	C					1					4.0
ユズリハ	C		1		1						3.5
リュウキュウマメガキ	C							1			1.5
イヌガシ	S	1		2		1	6	1		7	7.0
サカキ	S			1							2.5
サザンカ	S	10	11	18	6	10	11	6	1	2	3.5
シロダモ	S	6	1	1	4	3	4	4	5	6	6.0
ヒサカキ	S	2		1	1		1	2			4.5
ホソバタブ	S									1	1.8
ヤブツバキ	S			1		1	1				2.0
ヤブニッケイ	S									1	2.0
イヌガヤ	S	4	1		2	5			2		3.0
イヌザクラ	S		1								1.5
イヌビワ	S	1			1						4.0
カナクギノキ	S	1					1			1	9.0
クロキ	S						1			1	2.0
ゴンズイ	S					1					3.0
サンショウ	S	1					1				2.5
シキミ	S	14		1	2		2			1	4.0
ナナメノキ	S	1	1		2						5.0
ネズミモチ	S	1		2	3			2	1	2	5.5
ハナイカダ	S	1									2.5
ハマクサギ	S	1		1			4	1	1	2	3.0
モッコク	S						2				4.0
リンボク	S						1				1.5
不明	-				1						5.0

*1: タイプの記号は表-2と同じ

*2: P5は20×20m 区画の本数を225m²あたりに換算

なかったもので撮影は調査区中央付近1箇所とした。

P1からP9の広葉樹の定着個体の本数密度および最大樹高とスギ初期密度(1969年スギ密度)およびスギ密度減少割合との相関関係を解析した。スギ密度減少割合は次式、(1969年スギ密度-2003年スギ密度)/(1969年スギ密度)で算出した。ここで初期密度を1969年スギ密度としたのは1968年まで下刈が行われていたためである。また稚幼樹についてはP0からP9の広葉樹稚幼樹本数密度と現在の林分状態(2003年スギ密度、林冠開空度)との相関関係を解析した。

種構成の解析では、樹冠が林冠に到達する種(高木種)と主に亜高木層を形成する種(亜高木種)に分け、また高木種のうち九州の代表的な自然植生である照葉樹林の林冠層で優占するイヌノキ、タブノキ、カシ類(田川, 1977; Tanouchi and Yamamoto, 1995)を主要高木種とした。

Ⅲ. 結 果

混交林の林冠層(高さ20m以上)ではスギ、ウラジロガシ、ミズキが優占し、ツクバネガシ、イタヤカエデ、リュウキュウマメガキが混在していた(表-2)。高さ1.3m以上20m未満の階層はツバキ科、クスノキ科などの亜高木種が優占し、イヌノキ、ウラジロガシ、ツクバネガシといった主要高木種もみられた。稚幼樹もサザンカ・ホソバタブなどツバキ科、クスノキ科などの亜高木種が多かった。また主要高木種のウラジロガシの稚幼樹は160本/400m²あった。胸高直径の最大値はスギの74.1cmで、イタヤカエデ40.2cm、ウラジロガシ36.5cmと続いた。胸高直径平均値は、スギ(59.5cm)が最も大きく、林冠層で優占したウラジロガシ(26.1cm)、ミズキ(26.2cm)の2倍以上であった(表-2)。

スギ林の広葉樹の定着個体は主に亜高木種であった。中でもサザンカとシロダモは全調査区でみられ、出現本数も高かった(表-3)。P3(樹高最大値18m)のクマノミズキは樹高16mと林冠

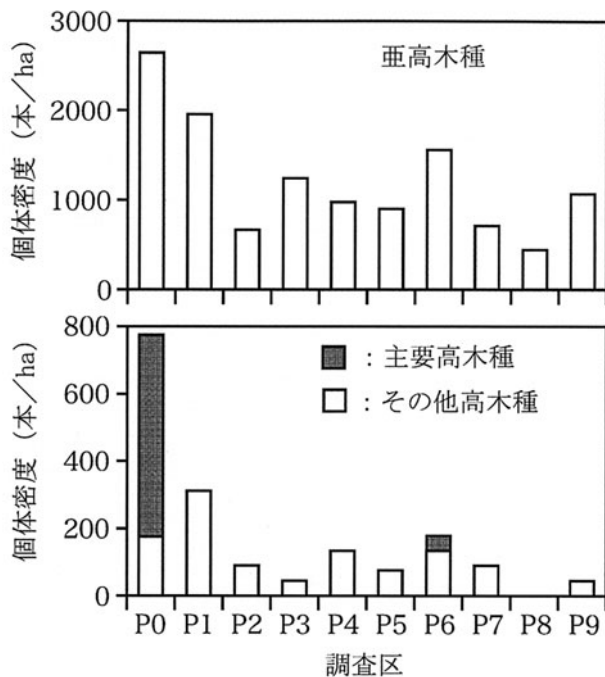


図-1. 広葉樹類亜高木種および高木種の定着個体の密度

層に達していたが、それ以外は高木種も含めすべて樹高10m以下で、林冠層に達したものはなかった(表-3)。定着個体の密度は、亜高木種では混交林の2650本/haと比べ低いが5つの調査区で密度1,000本/ha以上であった(図-1上)。主要高木種以外の高木種の個体密度は混交林と同程度であった。しかし、主要高木種は混交林で600本/haの密度であったのに対し、スギ林ではほとんどみられなかった(図-1下)。

スギ林における広葉樹定着個体の密度および最大樹高はスギ初期密度(定着個体密度 $r=0.188$, 最大樹高 $r=-0.006$), スギ密度減少割合(定着個体密度 $r=0.030$, 最大樹高 $r=-0.248$)のいずれとも順位相関係数の絶対値は0.3未満で、有意な相関はなかった(Spearmanの順位相関係数, $p>0.05$)。また、広葉樹稚幼樹個体密度も2003年スギ密度($r=-0.539$)や林冠開空度($r=-0.261$)と有意な相関はみられなかった(Spearmanの順位相関係数, $p>0.05$)。

IV. 考 察

混交林P0は大径のスギと南九州の代表的な自然植生である照葉樹林の構造を併せ持つ林分であった。この混交林における樹高1.3m以上の定着個体の密度は3425本/haであり、この値は調査地に隣接する林木遺伝資源保存林の3454本/ha(田川, 1977), 宮崎県綾町の照葉樹林の3,000本/ha強(Tanouchi and Yamamoto, 1995)に匹敵する量であった。広葉樹の構成もカシ類が林冠で優占し、ツバキ科・クスノキ科樹種が亜高木層で優占する点は綾町の照葉樹林と類似していた。混交するスギについては大径材の生産が可能なサイズであった。これらのことから調査した混交林は

暖温帯において木材生産と生物多様性の両方を備えた混交林のモデルケースのひとつといえる。

スギ林で主要高木種を欠いている点は混交林との大きな相違点であり、亜高木種は早く定着するが主要高木種の定着は遅いことを示唆した。本研究のスギ林においてはスギの初期密度や密度減少割合の違いに関わらず、図-1で示した密度の亜高木種の定着が認められた。小谷・高田(1999)は鳥散布型の樹種が人工林に先駆的に定着することを指摘している。本研究のスギ林に定着した樹種(表-3)にみられるように亜高木種の多くは鳥散布型であり(Kominami *et al.*, 2003), 本研究の結果は、植栽などの人為的な導入を図らなくても暖温帯のスギ人工林では亜高木種の定着が容易であることを示唆した。一方、主要高木種のカシ類の種子は大型の堅果であり小型の風散布性や多肉果の種子をつける樹種に比べ生産量も少なく散布力も低いため(中西, 1994), 本研究でみられたように周辺天然林からの定着は40年では十分でなかったものと考えられる。

本研究の結果は、暖温帯においてスギ人工林を混交林に誘導する手法を知るためには照葉樹林主要高木種の定着過程を解明する必要があることを示唆した。主要高木種のカシ類の天然林における更新については、大規模な撓乱が関与している可能性が指摘されている(Tanouchi and Yamamoto, 1995; 永松ほか, 2002)。受光伐後のスギ人工林下に植栽されたイチイガシが良好な生残・成長を示した報告(小南ほか, 2003)もあり、上木のスギを間伐し周辺天然林に由来するカシ類を植栽することも照葉樹林の主要高木種を定着させるひとつの手段と考えられる。しかし、スギ人工林下に植栽したイチイガシの生存率が低かった報告もあり(長濱・福村, 2002), 条件によって植栽木の生残・成長が異なる。今後は主要高木種を対象とし定着のための適切な条件を解明する必要がある。

引用文献

- 長谷川幹夫・平英彰(2000)日林誌 82:28-33.
 保育試験研究班(2000)森林総研研報 379:9-33.
 小南陽亮ほか(2003)九州森林研究 56:88-94.
 Kominami, Y. *et al.* (2003) Ornithol. Sci. 2:3-23.
 小谷二郎・高田兼太(1999)石川県林試研報 30:1-10.
 長濱孝行・福村寛之(2002)九州森林研究 55:48-49.
 長池卓男(2000)日林誌 82:407-416.
 永松大ほか(2002)九州森林研究 55:50-53.
 中川正勝・伊藤哲(1997)日林九支研論 50:87-88.
 中西弘樹(1994)種子はひろがる-種子散布の生態学, 255pp, 平凡社, 東京.
 佐藤保ほか(2001)日林九支研論 54:81-84.
 田川日出夫(1977)えびの高原野外生物実験室研究業績 2:31-37.
 Tanouchi, H. and Yamamoto, S. (1995) Vegetatio 117:51-60.
 (2003年10月31日 受付; 2004年1月6日 受理)