

スギ人工林に設けたサイズの異なる群状伐採地に植栽した広葉樹の初期成長

村尾未奈(東農大院)・横山哲大・佐藤 明・上原 巖・菅原 泉(東農大)

要旨：近年、針葉樹人工林の経済的価値の低迷から管理不足が顕在化し、一部の森林では針葉樹人工林から広葉樹林へと誘導や転換の試みがなされている。しかし広葉樹林化をする前段として、対象地域での広葉樹の成長特性を把握することが必須であるが、環境要因や植栽時の条件を含めるとその情報は十分とは言えない。そこで本研究では、スギ人工林を異なる大きさに群状伐採した跡地にミズナラやフサザクラなどの広葉樹5種を植栽した試験区において、これらの成長を2008年から現在までほぼ毎月記録し初期成長の解析を行った。植栽配置は1列ずつ樹種を変えて混植したもの(列混植)と、数列で同樹種をまとめて植栽した(群単植)の2パターンを設けた。植栽後3年間の成長記録から、光環境が良好な場所ではフサザクラなど初期成長の旺盛な樹種と混植した種はほぼ被圧されてしまうが、異なる光環境を調整することで両種が共存しあえる可能性が示唆された。また植栽配置によっても成長パターンが変化することから、複数種を導入した植栽を行う場合は光環境や配植を十分に検討する事が重要となるだろう。

キーワード：広葉樹植栽、混交林、植栽配置、ミズナラ、フサザクラ

Abstract : Recent years, artificial coniferous forests have been lack of appropriate managements by diminution of their economic value. Therefore, a part of these forests have been attempted to introduce or converse to broadleaf forest. It is necessary to research the characteristic growth of the broadleaved-trees in each survey regions, before conversion to a broad leaf forest from a conifer plantation. However, we have not enough information and knowledge for environmental factors and planting conditions. Therefore, we established an experimental plot in the site where sugi (*Cryptomeria japonica*) plantation which was practiced various sized group cutting, and set five species of broad leaf tree plant such as *Quercus crispula* Blume, *Euptelea polyandra* Siebold et Zucc and so forth. Then, we have measured the growth of these plants approximately once per month from 2008 to 2011 and analyzed these initial growth data. The planting design was two patterns. One pattern was planting different species in the alternate line (mixed-line), and the other was planting same species in the some lines (group planting of same species). Depending on growth records of three years after planting, *Euptelea polyandra*. Which is one of the fast growth species prevailed other species in the mixed planting condition. But the growth record also suggested the possibility that both species can exist together by adjusting light conditions. In addition, the date showed planting position can control the growth pattern, too. These results showed the importance to consider the light condition and planting design in the case of planting of mixed species.

Keywords : broad-leaved tree planting, mixed forest, planting design, *Quercus crispula*, *Euptelea polyandra*

I はじめに

近年、日本国内では林業の衰退が懸念される一方で森林の多様な機能に対する期待は高まってきている。一般に広葉樹林は生物相が豊かであり、また風致・景観や保健休養的機能においても広葉樹林の価値は高い。したがって、広葉樹を適正に配置することは多様な森林の機能の発揮のために好ましく、広葉樹造林を目的とした林業振興を担う可能性もある。広葉樹は一般的に針葉樹に比べ風雪害に対して耐性が高いといわれている。一方で針葉樹に比べ成長

が遅く、構造材として商業ベースでは取引することは困難なため、広葉樹の造林技術は軽視されてきた。そのため、形質の良い有用樹は択抜され、それに更新が伴わず現存する広葉樹林は低質なものになっているのが現状である。さらにこれまで、林業的に有利な場所の多くは広葉樹伐採後に針葉樹人工林に切り替えられてきた。このようなことから広葉樹林施業の確立が求められているが、広葉樹林造成には樹種毎に適地適木を守ることが重要となるものの、そのための広葉樹の生育特性の把握、群落構造、成立特性、

Mina MURAO, Takahiro YOKOYAMA, Akira SATO, Iwao UEHARA, Izumi SUGAWARA (Tokyo University of Agric. 1-1-1, Sakuragaoka, Setagaya-ku, Tokyo 156-8502), Initial growth of broad leaves trees planted in the group-logging area of *Cryptomeria japonica* plantation

形態的特性、環境要素に対する生理特性、成長特性などはまだ十分とは言えない。これらを解明するため、本研究では針葉樹人工林内にモザイク状に大きさの異なる群状伐採区を設け、そこに地域性種苗の広葉樹5種を配置を変えて植栽し、2008年から生育過程の継続調査を行っている。植栽後3年経過し、樹種毎に大きな成長の差が見られ、除伐の必要性も懸念されたことから、今回は3年間の成長データを元に初期成長の状態を解析、報告する。

II 調査地概要および試験区設定

調査地は、山梨県西都留郡小菅村鶴峠付近(標高920m)にあるスギ(*Cryptomeria japonica*)人工林である。地形条件は西向斜面、平均傾斜は34.9°と急傾斜地である。調査区は、2006年に行った群状伐採によってできた異なる大きさのギャップ内に5つのプロットを設定した。そのうち今回は3つのプロットについて報告を行う。プロットはそれぞれギャップサイズに相当する水平距離20m×20mの方形区をプロットI、以下同様に15m×15mをプロットII、10m×10mをプロットIIIとした。なお対象林分の面積と地形により、同じ面積で同じ条件の繰り返しを設けることが困難なため、この試験区ではそれぞれの繰り返しは設けていない。プロットはそれぞれ、水平距離で中心から4つに区切りサブプロットを設け、それぞれを異なる植栽配置とした。植付けは2008年5月に行い、サブプロット毎に列混植、群単植の2パターンで樹種を変えた4つの植栽区を設け、各プロットで同じ配置になるようにした。植え付け間隔は約1mとし、図-1の1マスが1本に相当する。各プロットおよびサブプロットのサイズと植栽配置を図-1に示す。

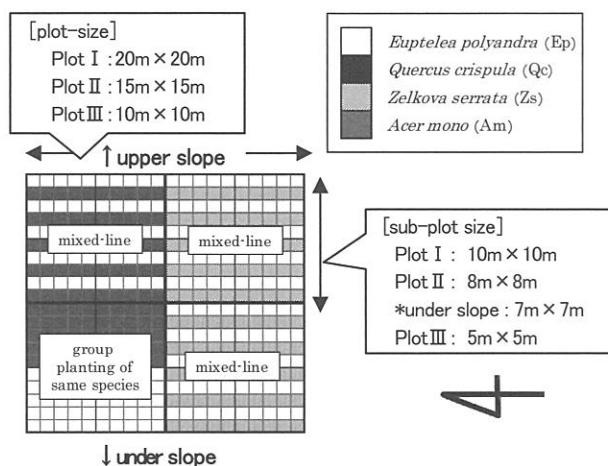


図-1. 植栽配置と各プロット・サブプロットのサイズ

Fig.1 Planting design and each size of plot and sub-plot

掲載の図はプロットIの配置を示している。

This figure describes layout of Plot I.

植栽に用いた苗木は、2005年11月に山梨県北都留郡小菅村地域内で採取した地域性種苗(イタヤカエデ、ケヤキ、ミズナラ、フサザクラ)を種苗会社に委託し、2年間育苗した後、低地で育苗した苗を寒冷な環境に適応させるため、2007年10月中旬に試験地近辺にポット苗を移動したものを使用した。植栽後にノウサギによる食害が多数確認され、シカの高密度地域であることから2008年10月には獣害防止用のネットを設置し、主な保育管理としてほぼ毎年7、8月に下刈りを実施した。

III 調査方法

2008年から2011年にかけて5月から11月までの毎月、根元直径と樹高(樹幹長)を記録した。また、植栽時(2008年)における調査区の光環境は、光量子センサーを用い各プロットのサブプロットをメッシュに区切り、その交点の地上高2mの位置で計測した。計測した光量子束密度(PPFD)は対象林分に近い全天環境下の値で除したものを相対光量子密度として計算した。なお、計測はプロットIで26箇所、プロットIIで16箇所、プロットIIIで9箇所についてそれぞれ2回行い、その平均値を用いた。

IV 結果と考察

1. 各プロットの光環境 2008年5月の各プロットの交点における相対光量子束密度の平均値を表-1に示す。地形や斜面方位の影響から、一番光環境が良好なのはプロットサイズの順とはならず、プロットI、ついでプロットIII、プロットIIの順となった。また、プロット内部においても光環境には差が見られ、いずれの調査区でも8月の正午前後の計測では南側寄りおよび斜面下部が周辺の樹木の陰になり相対的に暗くなる傾向があった。

表-1. 各プロット別の光環境(平均相対PPFDによる)
Tab.1 Light environment of each experimental plot

	relative-PPFD	
	Mean(%)	S.D.
Plot I	40.88	10.85
Plot II	24.71	8.72
Plot III	30.35	10.03

Mean and SD of relative PPFD are shown.

2. 伸長成長の推移 各プロット・植栽配置による伸長成長の変動を調べるため、2008年5月と植栽より3年経過した2011年5月に計測した樹高クラスの分布をプロットIの面積に揃えて植栽配置およびプロットサイズに整理し、比較した(図-2)。植栽配置に着目すると、フサザ

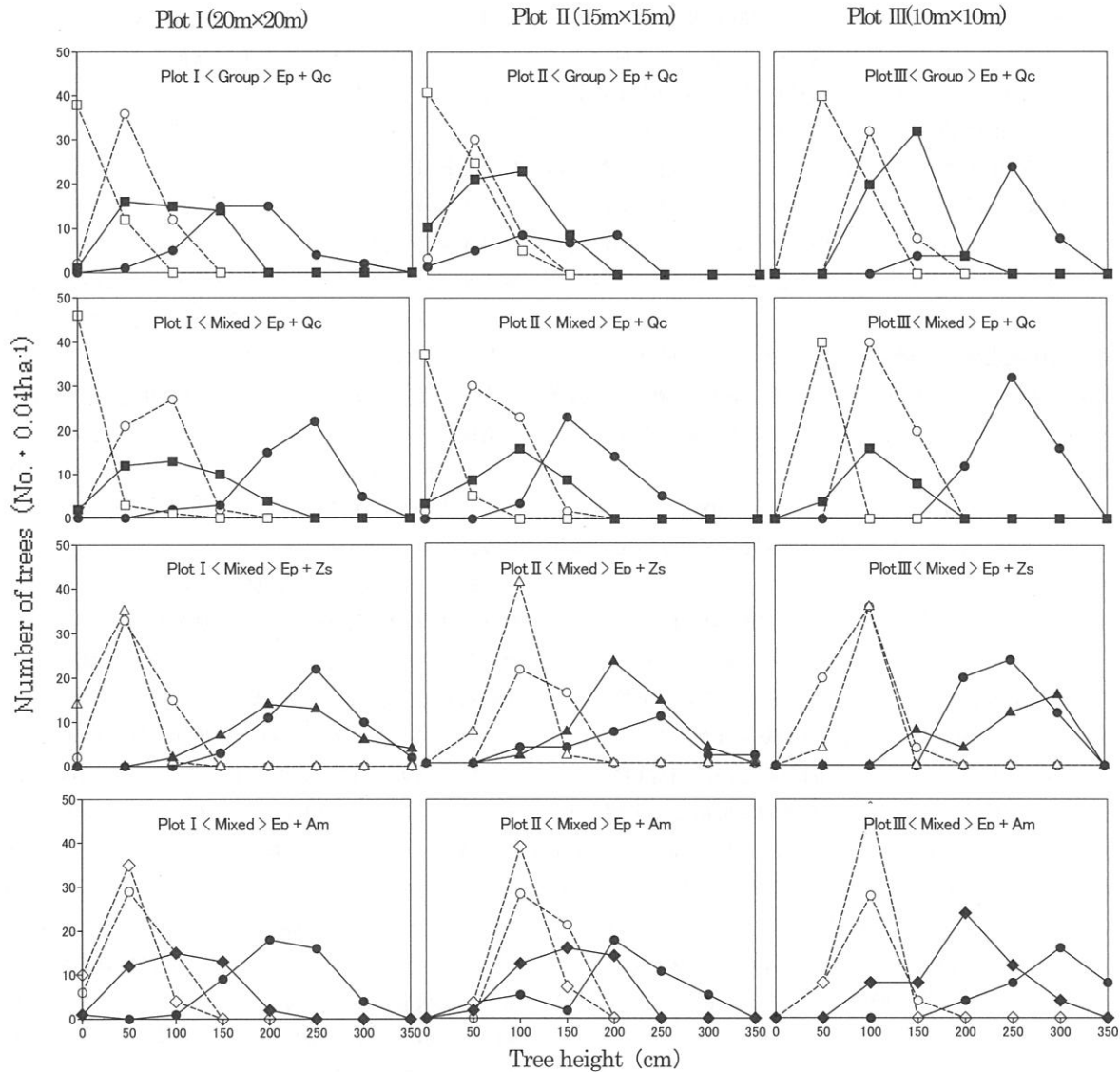


図-2. 各プロットおよび植栽配置における樹高階分布の3年間での変化

Fig.2 Trend of stem height distributions in each experimental plots by three years

Symbols are woody species and measurement year. Open circles; *E. polyandra* in 2008, Filled circles; *E. polyandra* in 2011, Open squares; *Quercus crispula* in 2008, Filled squares; *Q. crispula* in 2011, Open triangles; *Zelkova serrata* in 2008, Filled triangles; *Z. serrata* in 2011, Open diamonds; *Acer mono* in 2008, Filled diamonds; *A. mono* in 2011. Broken and solid lines describe measurement in 2008 and 2011, respectively.

クラとミズナラの植栽方法の違いでは2011年のそれぞれの最大ピークでは、列混植のフサザクラとミズナラとの樹高差が1m以上もあることがわかる。樹種毎のピークは明瞭に分かれ、ミズナラがフサザクラの被圧下にあることがわかる。しかし、単群植ではその2つのピークがやや重なることから、植栽方法の違いにより2種の競争関係がやや緩和していると考えられる。フサザクラとケヤキでは植栽当初も3年後も2種のピークは似た傾向を示すが、表-1で示す光環境と同様にプロットI、プロットIII、プロッ

トIIの順でフサザクラの樹高が上回った。しかしケヤキはそれと逆の傾向を示すことから、ケヤキは暗環境下ではパイオニア種など初期成長の早い樹種との競争に有利であると考えられる。イタヤカエデでは、フサザクラとミズナラとの関係のように、すべてのサブプロットでフサザクラがイタヤカエデを被圧するような関係にあるが、これらはいずれのサブプロットにおいても斜面南側下部に位置し、相対的にやや暗環境にあるためか、全体的に成長は緩慢となりピークも緩い山型となった。これらいずれの植栽配置でも

光環境が劣るプロットIIにおいて、2008年と2011年での各樹種の最大ピーク間の距離が近く、他の2プロットに比べ伸長成長がやや鈍いことがわかる。プロットIとIIではピーク間の距離は似ているものの、プロットIIのピークの多くが鋭い山型を示すことから、成長が良好な個体と緩慢な個体との差が生じたことがわかる。今回は樹高に関してデータを取りまとめたが、根元直径においても似たような結果が得られたので、ここでは省略する。

3. 個体死亡率と光環境 次に各プロット・植栽パターン別に2008年から2011年までの死亡率と光環境との関係を調べた(表-2)。なお死亡率は下記の計算式を用いて、期間死亡率を求めた。

$$m = \ln(N_0/N) \times (1/t) \times 100$$

ここで m は死亡率、 N_0 は期首個体数、 N は t 年後の個体数を示す(3)。

フサザクラとイタヤカエデは光環境が良好なプロットIとIIIで死亡率が低くなったが、ケヤキはいずれのプロットでも死亡率は低く、樹高成長と同様に光条件が悪い場合も生残への影響は少ないことが示唆された。フサザクラは単群植で死亡率が高くなる傾向があるが、これはおそらく光を求めて横に広がった幹が物理的に枯損した影響などが考えられる。イタヤカエデはフサザクラと同じ傾向を示すが、プロットIIでの死亡率がフサザクラほど高くないのは耐陰性の高い樹種特性によるものと考えられる。一方ミズナラは列混植で光環境が良好なプロットで死亡率が高くなるという逆の傾向を示した。前項でもプロットI

ではミズナラがフサザクラの被圧下にあり、光環境の良好な場所では他の初期成長の早い樹種に被圧されるために死亡率が高まるものと考えられる。

V おわりに

予測しうる結果ではあったが、先駆樹種であるフサザクラは光環境が良好なプロットでは旺盛な成長を示し、植栽後3年にはミズナラやイタヤカエデをほぼ被圧した。ミズナラやイタヤカエデなど、初期成長の遅い樹種や十分な陽光がないと成長が停滞する樹種にとっては不利な状態であると言える(4)。しかし、木材利用を目標林型として広葉樹造林を検討する際には、通直で不定枝を生じさせないための添え木の役割として(1)、またいち早く林冠を形成し他の雑草木や草本類の成長を抑えるという意味では成長の早い樹種を混植するメリットもあると考えられる。また、自然条件下で崩壊跡地等に定着しやすいフサザクラ(2)は本調査地のように急峻な地形においては、混植することで土砂流出を食い止める役割も期待できる可能性もある。更に今回の結果だけでは明確とは言えないが、ケヤキは光条件に難があっても初期成長や枯死への影響が少なく(4)、陽光条件でもフサザクラに劣らない成長を示したことは有用樹種だけにメリットも大きい。3年間の樹高データからは光環境が劣る場所ではフサザクラの成長は抑えられ、他の植栽樹種への被圧の度合いは軽減することや、ミズナラは列混植より群単植で成長が良好となることも示すことができた。このように植栽配置により初期の成長状態が変化し得ることから、あらかじめこれらの特性を考慮した上で植栽配置を計画することは、広葉樹造林における初期保育の簡略化を望むためにも非常に重要となるであろう。また、単純に「プロットサイズを大きくすれば光環境も良好となる」とは異なる結果が得られたことから、植栽事前の詳細な環境調査を行うことも同時に重要である。

VI 参考文献

- (1) 藤森隆郎・河原輝彦編(1994) 広葉樹林施業. 林業改良普及双書 118: 57-75pp
- (2) Sakai, A and Oosawa, M. (1994) Topographical pattern of the forest vegetation on a river basin in a warm temperate hilly region, central Japan: *Ecol. Res.* 9: 269-280pp
- (3) 種生物学会編(2006) 森林の生態学—長期大規模研究からみえるもの(種生物学研究(第29号)): 189p
- (4) 吉野豊・前田雅量(2006) 針広混交林育成試験(I)—スギ人工林内に樹下植栽された落葉広葉樹4種の9年間の生存と成長—。兵庫農技総セ研報(森林林業) 53: 1-4pp

表-2. 各サブプロットにおける個体死亡率と光環境
Table.2 Mortality rate and relative PPFD on each experimental sub-plots

Planting Design	Species/ mean PPFD	Plot Size		
		Plot I	Plot II	Plot III
mixed-line	<i>Euptelea polyandra</i>	5.81	17.97	0
	<i>Quercus crispula</i>	2.78	5.42	2.3
	PPFD(%)	43.8±13.8 ^{a*}	23.5±8.1 ^{b*}	34±12.2 ^{ab}
group planting of same species	<i>Euptelea polyandra</i>	2.06	6.92	0
	<i>Quercus crispula</i>	6.62	4.45	11.89
	PPFD(%)	45.5±9.2 ^a	35.3±5.6 ^a	37.5±11.1 ^a
group planting of same species	<i>Euptelea polyandra</i>	1.36	9.06	2.3
	<i>Zelkova serrata</i>	1.36	1.21	0
	PPFD(%)	39.5±8.6 ^{a**}	20.3±6.0 ^{bc*}	24.8±7.4 ^c
	<i>Euptelea polyandra</i>	0	5.14	3.51
group planting of same species	<i>Acer mono</i>	5.03	8.04	2.3
	PPFD(%)	34.7±9.5 ^{a*}	19.7±6.0 ^{b*}	25.1±3.9 ^{ab}

PPFD values are the mean ± SD, and alphabet letters indicate the same letters in the same column are not significantly different according to Turkey-HSD (P < 0.05*, P < 0.01**).