

造林地における下刈, 除伐, つる切りに関する基礎的研究
(第 1 報)

スギ幼齡造林地におけるスギと雑草木の生長

谷 本 丈 夫⁽¹⁾

Takeo TANIMOTO: Fundamental Studies on Release
Cutting in Forest Plantation (I)
Analysis of growth of Sugi (*Cryptomeria japonica*) and
natural vegetation in the young sugi plantation

要 旨: 下刈, つる切り, 除伐などの保育技術研究の一環として, 植栽から閉鎖に至るまでのスギ幼齡造林地において, スギと雑草木の生長と, それらの相互作用を解析した。雑草木群落は萌芽再生種, 新たな侵入種などで構成され, 土地条件, 下刈条件により異なるが, 時間の経過とともに複雑な混合群落を形成する。これらの雑草木は種に特有な生育特性から, 生育型として9類型に区分できた。雑草木群落での遷移過程の中での優占種の交代は, 主に光条件の利用に関する各生育型の特性がもたらしていると考えられた。一方, 混合群落の構造と相対照度を検討し, 吸光係数の違いから群落型を三つに区分し, それぞれについて, 群落高から群落内の任意の位置の相対照度を推定する経験式を得た。幼齡時のスギの生長は, 土地条件や下刈の違いで変化するが, 葉量と生長量との関係を見ると, 樹高生長では葉量約 200g, 直径(地上 20cm)生長では葉量約 450g までは, 葉量の増加とともに当年生長量が比例的に増加する。それ以上の葉量となると変動が大きくなった。幼齡期のスギの樹冠上層部の形状は, 樹齡に関係なくほぼ円錐の相似形で示された。雑草木群落の中でのスギの生長を考えると, スギの葉量とくに上層からの葉量の分布が重要であるが, スギの樹高ごとに, 一定の積算葉量に達する地上高を推定する経験式を求めた。以上の成果はスギと雑草木群落との相互関係について, 総合的に検討するときの基礎となり, 効率的, 体系的な下刈などの保育技術の確立に役立つ。

目 次

緒 言	55
I 調査地の概要	56
(1) 気象, 地形, 地質および土壌	56
(2) 植 生	56
(3) 調査区の設定	58
II 雑草木群落の構造	58
(1) 調査方法	58
(a) 調査1 雑草木の種組成および群落構造の変化	58
(b) 調査2 雑草木の現存量	59
(c) 調査3 C系列の下刈方法を変えた調査区の群落構造	59
(2) 結果と検討	59
(a) 雑草木群落の概観	59
(i) 種 数	59

(ii)	主要雑草木の積算優占度の変化	61
(b)	生育型による群落構造の解析	70
(i)	各生育型の特徴と雑草木群落の変遷における位置	70
(ii)	生育型による造林地の雑草木群落の変遷模式	75
(c)	造林地内の雑草木現存量	75
(i)	地上部現存量の測定法の検討	76
(ii)	現存量に及ぼす下刈の影響	77
III	雑草木群落の垂直構造と環境	77
(1)	調査方法	79
(a)	調査1 群落内の相対照度の測定	79
(b)	調査2 群落の垂直構造	79
(2)	結果と検討	79
(a)	生産構造と光環境	79
(i)	純群落の生産構造と相対照度	79
(ii)	混合群落の生産構造と相対照度	80
(iii)	群落の変遷と生産構造の変化	85
(b)	雑草木群落内の光分布	88
(i)	純群落内の相対照度の水平分布	88
(ii)	混合群落における相対照度の水平分布	89
(iii)	相対照度の垂直分布と生産構造との関係	90
(iv)	群落高と任意の相対照度となる地上高との関係	93
IV	幼齢造林地におけるスギの生長	96
(1)	調査方法	96
(a)	調査1 毎木調査	96
(b)	調査2 現存量調査	96
(c)	調査3 当年生長量	98
(d)	調査4 スギ樹冠外縁部の相対照度	98
(2)	結果と検討	98
(a)	平均樹高, 地上 20 cm の平均直径および平均最大樹冠幅	98
(i)	平均樹高	98
(ii)	地上 20 cm の平均直径	100
(iii)	平均最大樹冠幅	101
(b)	重量生長	101
(i)	幹重	101
(ii)	枝重	101
(iii)	葉重	102
(c)	樹冠構造	102
(i)	樹冠の土地占有面積と単位高さ(厚さ)当たりの葉重	103
(ii)	葉重の垂直分布と各器官の生長量の垂直分布との関係	103
(iii)	葉重と樹高および地上 20 cm の直径の当年生長量との関係	109
(iv)	積算葉重の垂直変化と樹高との関係	110
(v)	スギ樹冠外縁部の相対照度	111
結 言		113
引 用 文 献		113
Summary		116

緒 言

林地での生活を始めた若い造林木はまず他の植物との競争にうちかたなければならない⁴⁷⁾。林木の幼植物の高さの生長は通常雑草木の生長に及ばず, また針葉樹と広葉樹, 草本類とでは樹冠型が異なるので, 造林木は雑草木^{*}に覆われ, 自然放置の状態では成林が難しい。

したがって, 造林木を他の植物の抑圧から解き放す作業である下刈, 除伐, つる切りは, 植栽の終わった造林地で最初に行われる最も重要な作業の一つである。

わが国では, すでに江戸時代において, 手入れという名称のもとにこれらの作業体系は経験的にほぼ確立されていた⁵⁸⁾。しかし, これらの作業体系の基盤は, 沼田⁵⁹⁾が農業における雑草防除の背景について述べた「雑草の生えていない農耕地を理想とする, きわめて日本的な篤農家的勤労主義的農民精神と安く提供された農家の労働力が結託した」農業的考え方の影響を強く受けている。

下刈, 除伐と農業における雑草防除は目的植物に有害な植物の除去という点では類似している。しかし, 農業における雑草問題は比較的管理のゆきとどいた農耕地において, 歴史的に栽培植物と密接な関連を持った植物群(耕地雑草)を対象としているのに対して, 林業における雑草木問題は, 目的植物の生育期間が長いと, 造林地に自然発生したある種の樹木(雑草木)が, その有用性と造林木よりもその立地に適応してすみやかに生長するために, 造林木にとって代わってその土地における生産を目的とする樹種に変わることもある¹⁸⁾。より人為の影響の少ない, もともとその地域が本来の生育地である植物群を対象としている。

中野^{26)~28)}は, このような林業と農業との除草法の違いに注目し, 林床における雑草木の消長とこれに関連する光の奪い合いという観点からトドマツと雑草木との関係について研究し, 下刈との関連を論じている。しかし, この研究は雑草木の構造を1年ないし2年間の季節的な変化としてとらえており, 雑草木の種および群落の変遷とその機構についての論議が十分になされていない。

また, これまでの下刈, 除伐に関する試験研究は, 植栽地に侵入, 再生してくる雑草木の処理に関するものが多く¹¹⁾¹⁴⁾¹⁶⁾¹⁹⁾⁵⁹⁾, 植栽木の生長に及ぼす雑草木の影響や両者の相互作用について検討したうえで効率的, 体系的に下刈, 除伐, つる切り作業を論じたものは少なく¹⁷⁾²⁶⁾³⁶⁾³⁷⁾⁶²⁾, 方法論的にも十分に研究されているとはいえない。

本報では, 効率的な下刈, 除伐, つる切り作業体系を確立するための基礎的研究として, 新たに植栽された造林地における造林木と雑草木との相互の関係, および下刈の影響を明らかにする目的で, 高知県窪川営林署管内森ヶ内国有林の1~9年生スギ造林地において, スギの生長, 雑草木の種数, 優占種の経年変化とこれに伴う雑草木群落の生産構造および群落内の相対照度の変化などを調べた。

本研究のとりまとめに終始ご指導いただいた東京大学農学部名誉教授 佐藤大七郎博士, 早稲田大学教育学部教授 大島康行博士に心よりお礼申し上げます。研究遂行の全過程でご指導, ご支援くださった林業試験場四国支場造林研究室長 安藤 貴博士, 土壌調査についてご指導いただいた同土壌研究室 井上輝一郎室長に厚くお礼申し上げます。

* 林業における雑草あるいは雑草木の定義は, 草下¹⁸⁾が述べているように難しいが, 本報では, 耕地雑草として定義される一般の雑草³¹⁾³²⁾の概念よりも拡大し, 広義の雑草の定義と同じく, 植栽樹種以外は木本, 草本を問わず雑草木と呼ぶこととする。

第IV章のスギの調査は、林業試験場四国支場造林研究室 宮本技官の助力を得た。また、C系列の下刈方法別試験は、設定と2年目までの調査を当時高知営林局管内窪川営林署中津川担当区主任、現、同野根営林署収穫係長 武内 明技官が行い著者が引きついだ。ご協力をお願いした両技官に心よりお礼申し上げます。

研究遂行上各方面でお世話になった元林業試験場四国支場造林研究室、現、東北支場造林第2研究室 桜井尚武、同四国支場造林研究室 竹内郁雄、同調査室 門田良夫、本場造林部除草剤研究室 浅沼晟吾の諸技官に心より感謝する。

各試験地での調査でお世話になった窪川営林署の担当官各位ならびに当時、高知大学農学部学生、東彪、木口恒夫、佐藤勝則、阿久根 修の諸氏、資料の整理にご助力いただいた武地光子、新玉府味、楠瀬晶子、小松和恵（旧姓山崎）の皆さんに心よりお礼申し上げます。

本研究の大部分は著者が林業試験場四国支場造林研究室に在職中に行ったものであるが、とりまとめの仕事は本場造林部植生研究室において行った。この機会を与えられ有益な助言とご指導をいただいた本場造林部 蜂屋欣二部長、同植生研究室 前田禎三室長に心より感謝する。また、ご校閲の労をわずらわせた東京大学農学部教授 立花観二博士、同、助教授 根岸賢一郎博士、同、教授 浜谷稔男博士、同、助教授 南雲季次郎博士、さらに、今日まで折にふれ、ご指導いただいた元開進第二小学校教諭 平林正人の各氏に心よりお礼申し上げます。

I 調査地の概要

前述のとおり本報では、スギ幼齢造林地において、スギの生長および雑草木群落の変化をそれぞれの立場から、経時的に調べた。ここでは、共通している調査地の概要を一括して述べる。

(1) 気象、地形、地質および土壌

本調査地は Fig. 1 に示したとおり、高知県の中央部よりやや西より、ほぼ北緯 33°30′、東経 133°03′ に位置する。海拔高は 400~800 m である。最寄りの窪川気象観測所（海拔 225 m）での昭和 50 年までの 30 年間の年平均気温は 16°C、年平均降雨量は 3,200~3,500 mm で、日本の暖温帯では紀伊半島の尾鷲地方、高知県内においては東部の魚梁瀬地方につぐ多雨地帯である。地形は概して急峻であるが、長大な山腹平衡斜面を形成し、早壮年期的地形である。地質は中世代白亜紀の四万十層に属し、砂岩、頁岩及びそれらの細互層からなっている⁹⁾。土壌は沢沿いに湿性型、尾根筋になるほど乾性型が分布していた。

(2) 植 生

試験地を含む年平均気温 16°C を示す窪川地方の森林帯は、本多⁷⁾ の区分によれば暖帯林（年平均気温 13~21°C）に含まれる。窪川の月平均気温を吉良¹⁹⁾ の暖かさの指数に換算すると 121.9°を示し照葉樹林帯に含まれる。

また、この試験地の植生の垂直分布は、和田⁶⁴⁾ によれば海拔 700~800 m までは照葉樹林のシイ群系、これ以上ではモミツガ群系に属している。最も標高の高い調査地は海拔 800 m 付近にあり、したがって、ここではシイ群系からモミツガ群系への推移帯がみられ、植生は複雑である。

原植生は、明治、大正年間に皆伐され、沢沿いはスギ、山腹中部より尾根にかけてはヒノキが植栽された。一代目の造林木の生長は一般に良好で、昭和 30 年代より伐採が始められ、跡地に引き続きスギが植栽された二代目造林地である。なお、調査区の一部は、一代目の造林木がヒノキであったところをあてた。

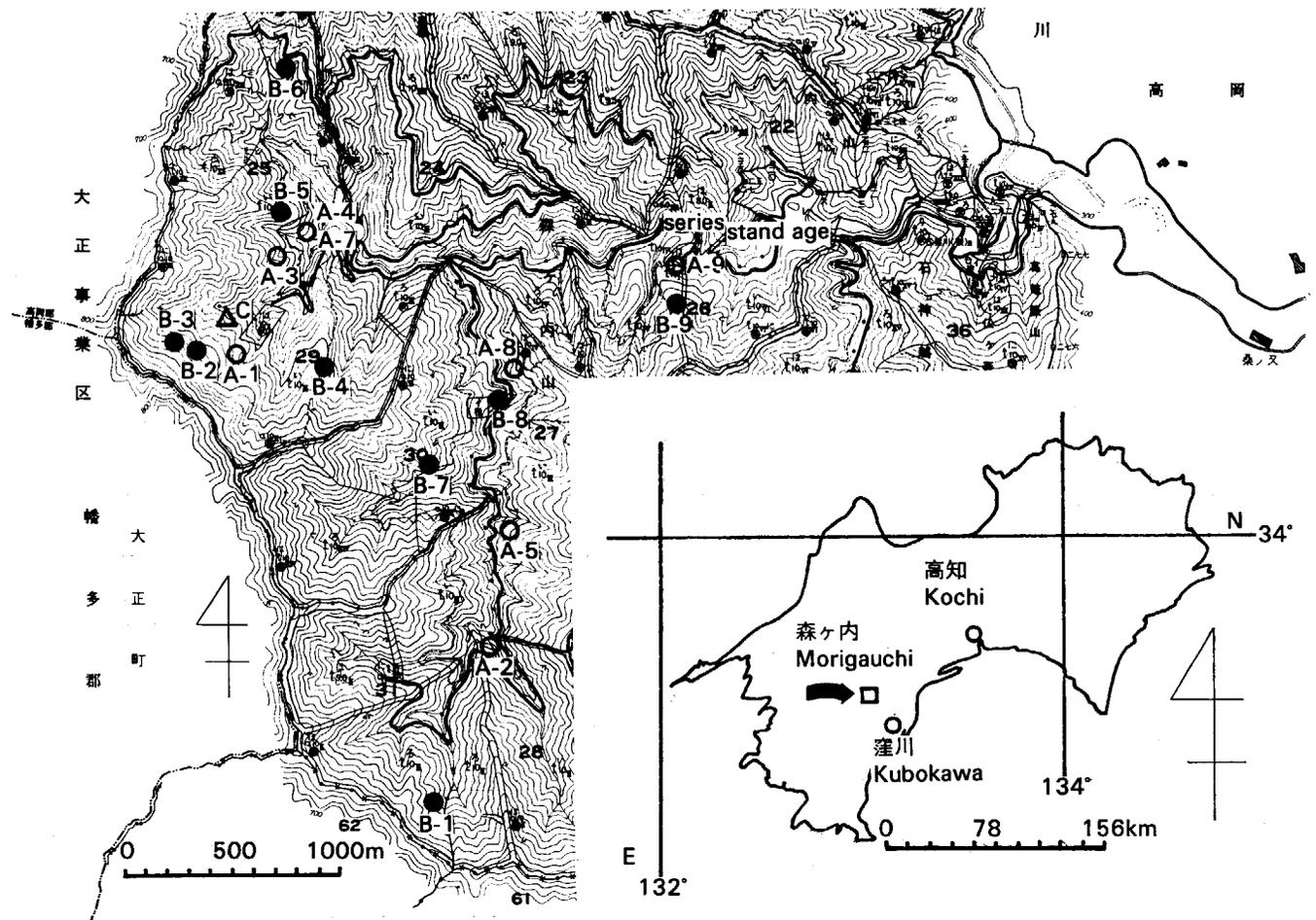


Fig. 1. 調査位置図 Location of study areas.

○ : A series, ● : B series, △ : C series.

造林地における下刈, 除伐, つる切りに関する基礎的研究 (第1報) (谷本)

これは後述の B 系列にあたる。

(3) 調査区の設定

この地域に一代目人工林の伐採年度別に地形、土壌、植生および二代目造林木の生育状態から、Table 1 のようにスギの生育良好な系列 (A 系列と呼ぶ)、不良な系列 (B 系列と呼ぶ) に区分し調査区を設定した。各調査区の大きさは (15×15) m² である。さらに 1971 年にスギが植栽された場所にその年、(10×30) m² の調査地を設け、全刈、筋刈、放置の三つの試験区を設定した (C 系列と呼ぶ)。各区の概要は Table 1 に、それらの位置は Fig. 1 に示した。

II 雑草木群落の構造

(1) 調査方法

雑草木群落の基本的な性質を把握するための調査として、次の三つの方法を用いた。

(a) 調査 1 雑草木群落の種組成および群落構造の変化

A, B 両系列の調査地内の対象林分において、スギの生長及び植生のほぼ標準的と思われるところに、スギの樹冠の拡大と雑草木の種組成及び群落構造の変化をみるため、スギの幹を中心として (12.5

Table 1. 調査地の概況
Outlines of each plot.

系列 Series	地位 Site	林齢 Tree age	林班 Block	土壌型 Type of soil	堆積型 Mode of deposition (Soil)	方位 Exposure	傾斜 Slope	地形 Topography**	ha あたり スギ本数 Tree number (num./ha)	
A	スギ生育地 Good	1	31	Bc(B _B)	残積 (匍行)	Residual (Creeped)	N60°E	30°	A	3022
		2	29	Bc	匍行	Creeped	N10°W	32°	B	3067
		3	25	B _D	崩積	Colluvial	N	35°	C	2711
		4	25	B _D	匍行	Creeped	S45°E	30°	D	2978
		5	27	B _D (d)	匍行 (崩積)	Creeped (Colluvial)	N	30°	D	4356
		7	25	B _D	匍行	Creeped	S45°E	30°	D	2978
		8	27	B _E	崩積	Colluvial	N	30°	D	4356
		9	26	B _D (B _E)	崩積	Colluvial	N10°E	32°	D	3067
		B	スギ生育不良地 Bad	1	31	B _D (d)	匍行	Creeped	S40°E	38°
2	29			B _D (d)	残積	Residual	N70°E	35°	E	2711
3	29			B _D (d)	残積	Residual	N25°E	35°	A	2400
4	29			B _D	匍行	Creeped	N50°E	30°	E	—
5	29			Bc(B _B)	匍行	Creeped	S20°E	30°	E	4300
6	25			B _B (B _D (d))	匍行	Creeped	S65°E	27°	E	2489
7	30			B _D (d)(B _B)	匍行	Creeped	S10°E	32°	E	2844
8	30			B _D (d)	匍行	Creeped	S10°E	27°	F	2667
9	26			B _D (d)	匍行	Creeped	N10°E	32°	E	2867
C*	スギ生育良地 Good	1~5	29	B _D	匍行	Creeped	N40°S	20°	G	3150

* Series C: 下刈区 Weeding test area. ** 地形 Topography A: 山腹上部微凸形 Slight convex slope, B: 山腹平衡 Middle part of mountain slope, C: 谷沿い平衡 Slope near valley bottom, D: 山腹下部平衡 Lower part of mountain slope, E: 斜面上部 Upper part of mountain slope, F: 沢沿いの微凸形 Slight convex near valley bottom.

$\times 12.5\text{cm}^2$, $(25 \times 25)\text{cm}^2$, $(50 \times 50)\text{cm}^2$, $(100 \times 100)\text{cm}^2$ の四つを組み合わせた枠をおよそ縦 $3\text{m} \times$ 横 5m の間隔で 10 個配置した。

調査は下刈直前の 7 月下旬に行った。この時期におけるスギと雑草木の関係は、下刈の要、不要の決定に重要な意味を持っている⁵⁶⁾。それぞれの枠内では、沼田らの方法³⁴⁾にならって種ごとに密度 (D)、被度 (C)、草丈 (H)、頻度 (F) を測定した。なお、草丈は自然高³⁰⁾とし、各枠内の平均高で示した。

優占種は (D)、(C)、(H)、(F) の各測定値が同一の大きさの各枠内で最大となる種の値を 100 とした相対値を求め、これらの値を種ごとに加えて 4 で除した積算優占度³⁴⁾によって決めた。

(b) 調査 2 雑草木の現存量

ここでの雑草木現存量は、スギの樹冠下よりも遠い場所の雑草木量の変化を含めて、造林地における雑草木現存量の測定場所および測定法の検討を行うため、A、B 両系列において、1971 年 9 月中旬に測定した。

刈取りをこの時期に行ったのは、翠川ら³⁰⁾により本州中部の高冷地のススキ草原の現存量は 9 月初旬に最大になることが明らかにされていることから、これよりも西南暖地にある試験地の位置を考慮し前記の時期に行った。また、四国地方においても、これ以後には雑草木の多くは地上部が枯れ、一部は落葉を始める。

この調査には、前述の方形枠の設置場所に近接した箇所では $(50 \times 150)\text{cm}^2$ の方形枠を用い、スギの根際より斜面上方に 5 か所、下方に 5 か所、計 10 か所で実施した。斜面の上下に方形枠の配置を分けたのは、斜面の上方と下方とではスギの枝の発育が異なるためである。方形枠は $(50 \times 50)\text{cm}^2 \times 3$ に分けて、各枠ごとにシダ植物以上の高等植物のすべてについて種ごとに地際で刈取り、熱風乾燥機で 80°C 、7 日間乾燥させた後乾重を測定した。この調査地は 7 月の下刈は行なわなかった。したがって、ここでの現存量は下刈後 1 年 3 か月経過したものに当たる。

(c) 調査 3 C 系列の下刈方法を変えた調査区の群落構造

C 系列の各処理区における雑草木群落の種組成の変化を 5 年間追跡調査した。また、5 年目の下刈直前の 7 月下旬に調査 (2) と同じ方法で現存量を測定した。方形枠は、全刈区および筋刈区においては $(50 \times 150)\text{cm}^2$ の大きさをを用い、それぞれ 5 か所ずつ枠内を $(50 \times 50)\text{cm}^2 \times 3$ に分けて調査した。放置区では枠の大きさを $(100 \times 150)\text{cm}^2$ とし 4 か所調査した。枠の大きさを変えた理由は放置区では木本類の生長が良く、上述の枠の大きさでは小さかったためである。

(2) 結果と検討

(a) 雑草木群落の概観

(i) 種数

A 系列と B 系列における雑草木の種数の比較：A 系列における雑草木の種数は、スギ植栽後次第に増加し、3 年目には 10m^2 ($(100 \times 100)\text{cm}^2$ の 10 区合計) あたり 65 種に達し、その後再び減じて、8 年目には 29 種となった。また、B 系列では植栽後 3~4 年目に最大の 100m^2 あたり 61 種となり、6 年目には 35 種と最小の値を示し、以後若干増加した (Fig. 2)。

A 系列における $(50 \times 50)\text{cm}^2$ 、 $(25 \times 25)\text{cm}^2$ 、 $(12.5 \times 12.5)\text{cm}^2$ のそれぞれ 10 か所に出現する種の総計は Fig. 2 に示したように 8 年の間にそれぞれ 13~42 種、6~27 種、2~16 種の間で変動した。B 系列では $(50 \times 50)\text{cm}^2$ 区の種数は 4~14 種、 $(25 \times 25)\text{cm}^2$ 区では 8~23 種、 $(12.5 \times 12.5)\text{cm}^2$ 区は

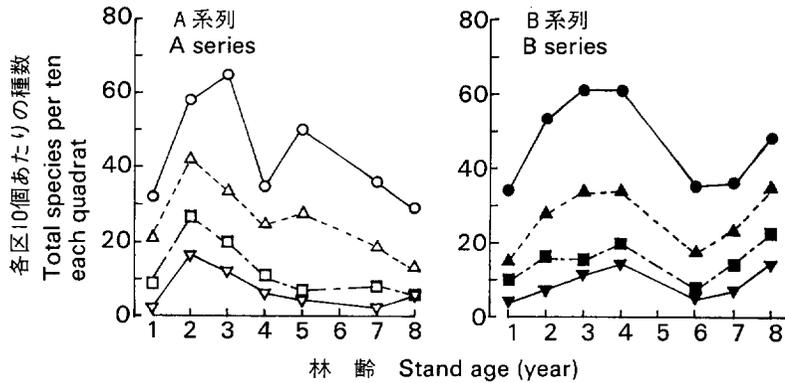


Fig. 2. 種数の経年変化

Yearly change in the total species.

—○— ●— : (100×100)cm² -□- -■- : (25×25)cm²
 -△- ▲- : (50×50)cm² -▽- -▼- : (12.5×12.5)cm²

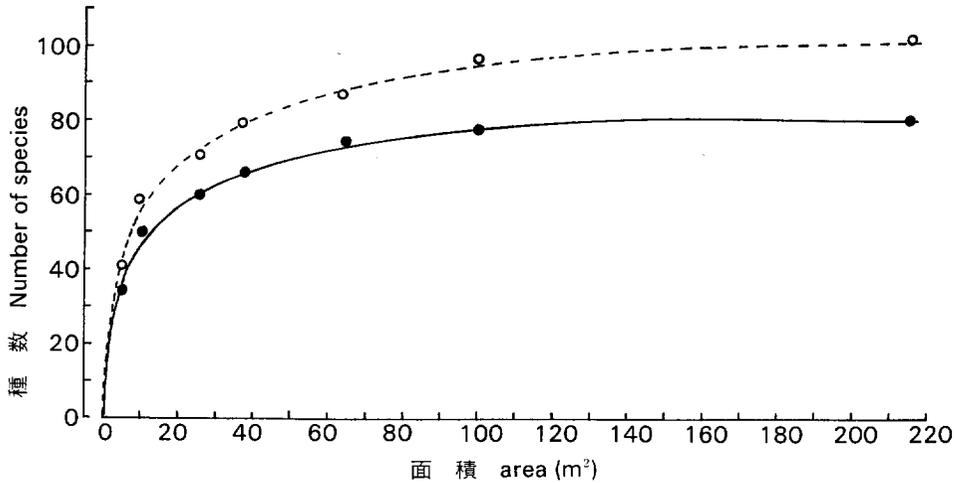


Fig. 3. A 系列の種数-面積曲線

Species-area curve.

○ : 2年生, 2-year-old stand, ● : 5年生, 5-year-old stand, in the A series.

Table 2. 全種数に対する頻度 50% 以上の種数
 Species with more than 50% in frequency to total species.

系列 Series	林 齡 (年) Year								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	9/32	12/58	12/65	6/35	9/50	-/-	6/36	5/29	10/40
B	8/34	18/53	18/61	18/61	-/-	4/35	5/36	10/48	-/-

分子 : 頻度 50% 以上の種数 Numerator : Species with more than 50% in frequency.
 分母 : 全部の種数 Denominator : Total species.

4~14種の間で変動したが, 両系列とも柵面積が大きくなる程, 同時期の柵内に出現する種数は多くなった。

このことは Fig. 3 に一例として示した A 系列 2 年生と 5 年生の種数 - 面積曲線からも明らかであった。また, Fig. 3 から $(100 \times 100)\text{cm}^2$ 柵 10 か所の種数は, $(15 \times 15)\text{m}^2$ の全種数に対してそれぞれ 56% と 62% で, 他の調査区でも同じような数値であった。これは 10 個の調査柵がスギの樹冠下に設置されたため, スギの樹冠の影響を強く受けて種数が減るのに対して, $(15 \times 15)\text{m}^2$ の全調査区ではスギの樹冠と樹冠の間で生育する雑草木も調査しているため, 種数に比較的大きな差がでたものと思われる。しかし, Table 2 から明らかなように頻度 50% 以上の種の割合は両系列とも, 全種数に対して 11~30% となり, $(100 \times 100)\text{cm}^2$ 柵 10 個の調査柵で, 本報の調査目的であるスギの樹冠の拡大と雑草木群落の変化を検討するのに十分であると判断された。

種数の経年変化は A, B 両系列内とも, それぞれの方形柵の大きさにかかわらず似た傾向を示した。しかし, A 系列と B 系列の間では経年変化の傾向は異なっていた (Fig. 2)。

雑草木の種数に及ぼす下刈の影響: Table 3 のように C 系列では, スギ植栽後 5 年目の総種数は筋刈区 54, 全刈区 45, 放置区 40 の順であった。方形柵内には出現しなかったが, 同一処理区で観察された種も含めると, それぞれ 69, 61, 53 種となり, 方形柵調査の種数は, 各試験区内の全種数に対していずれもほぼ 75% になっていた。すなわち, これらの調査面積では総種数の 3/4 しか調査することができず調査面積がやや狭かったことを示している。しかし, いずれの場合も, 種数は三つの区の間では, 下刈を行った区が放置区より多くなる傾向を示していた。

(ii) 主要雑草木の積算優占度の変化

A 系列と B 系列における主要雑草木: A 系列の $(100 \times 100)\text{cm}^2$ 区における積算優占度が 50% 以上の種は, スギの植栽後 1 年目ではベニバナボロギク, ヒサカキ, アカメガシワ, 2 年目ではヤクシソウ, ススキ, ベニバナボロギク, ガクウツギ, 3 年目ではススキ, ナガバモミジイチゴ, キブシ, ヒサカキ, ヒメバライチゴ, リョウブ, 4 年目ではススキ, アカメガシワ, ヒサカキ, 5 年目ではススキ, ヒサカキ, ナガバモミジイチゴ, 7 年目ではヒサカキ, ツタ, アカメガシワ, ススキ, 8 年目ではツタ, チヂミザサと優占順位が変化した (Table 4)。これらの大部分は, 下刈の対象となる草丈の高い雑草木であるが, スギの植栽初期に侵入し高い積算優占度を示したベニバナボロギク, ヤクシソウなどの夏生 1 年生草本, 越年生草本は, 2~3 年後に多年生草本や木本植物と交代した。この傾向は沼田²⁹⁾が畠作放置跡で植生の経年変化を優占度法により調査した結果と良く一致していた。

これらの種の変化は, 沼田²⁹⁾が述べているように遷移のごく初期に出現し, 遷移の進行とともに数年後には減少, 消失することによると考えられ, 1 年生, 越年生草本が下刈によって開花期以前に地上部を刈取られることで, さらにこの進行が早められていると思われる。

B 系列における $(100 \times 100)\text{cm}^2$ 区の積算優占度 50% 以上の種は Table 5 に示したようにスギ植栽後 1 年目ではベニバナボロギク, アカメガシワ, ダンドボロギク, 2 年目ではヤクシソウ, ススキ, 3 年目ではススキ, ヤクシソウ, キブシ, クマイチゴ, 4 年目では, ススキ, ヤクシソウ, ヘクソカズラ, クサギ, キブシ, 6 年目ではヒサカキ, ススキ, 7 年目ではコシダ, ススキ, ガクウツギ, 8 年目ではススキ, ヒサカキ, ガクウツギであった。この系列においてもベニバナボロギク, ヤクシソウなどの夏生 1 年生草本, 越年生草本は早い時期に多年生草本や木本植物に変わっていた。しかし, 多年生草本のススキ

Table 3. C系列の下刈方法別現存量
Standing crops under the various weeding in C series. (g/m²)

種名 Species	生育型 Growth form	処理方法 Treatment		
		全刈 Clear cutting	筋刈 Belt cutting	放置 Non-cutting
アカメガシワ <i>Mallotus japonicus</i>	e	18.1	87.1	18.3
タラノキ <i>Aralia elata</i>	e	—	0.9	+
ゴンズイ <i>Euscaphis japonica</i>	e	5.6	4.9	94.6
コウゾ <i>Broussonetia kazinoki</i>	d	0.8	0.9	—
イヌザンショウ <i>Zanthoxylum schiniifolium</i>	e	16.2	51.4	42.3
ヤマグワ <i>Morus bombycis</i>	e	8.2	0.5	0.9
イイギリ <i>Idesia polycarpa</i>	e	0.5	—	—
ヌルデ <i>Rhus javanica</i>	e	20.0	34.0	2.0
カラスザンショウ <i>Zanthoxylum ailanthoides</i>	e	—	—	205.8
クサギ <i>Clerodendrum trichotomum</i>	d	—	29.3	—
エゴノキ <i>Styrax japonica</i>	f	7.4	—	16.4
リョウブ <i>Clethra barbinervis</i>	d	8.9	—	—
カナクギノキ <i>Lindera erythrocarpa</i>	f	4.0	62.8	106.0
アオハダ <i>Ilex macropoda</i>	f	—	—	35.4
キブシ <i>Stachyurus praecox</i>	f	13.6	38.4	92.3
クマノミズキ <i>Cornus brachypoda</i>	f	—	+	—
ヤブムラサキ <i>Callicarpa mollis</i>	d	2.0	6.5	122.9
ムラサキシキブ <i>C. japonica</i>	d	0.3	—	—
ガクウツギ <i>Hydrangea scandens</i>	d	1.7	+	—
コバノガマズミ <i>Viburnum erosum</i>	d	—	0.1	0.1
ミツバウツギ <i>Staphylea bumalda</i>	d	—	—	+
ナガバヤブマオ <i>Boehmeria sieboldiana</i>	d	0.1	—	—
ヒサカキ <i>Eurya japonica</i>	g	85.6	146.7	62.3
イヌガシ <i>Neolitsea aciculata</i>	g	20.5	7.6	90.9
サカキ <i>Cleyera japonica</i>	g	—	17.5	7.4
ウラジロガシ <i>Quercus salicina</i>	g	—	44.1	370.1
ハイノキ <i>Symplocos myrtacea</i>	g	—	85.8	7.6
シキミ <i>Illicium religiosum</i>	g	—	0.3	—
クマイチゴ <i>Rubus crataegifolius</i>	c	1.6	1.5	8.7
ヒメバライチゴ <i>Rubus minusculus</i>	c	2.3	6.2	+
ナガバモジイチゴ <i>Rubus palmatus</i>	c	5.9	51.9	19.0
ワラビ <i>Pteridium aquilinum</i>	c	1.4	0.4	—
シラクチズル <i>Actinidia arguta</i>	h	—	0.5	4.7
ビナンカズラ <i>Kadsura japonica</i>	h	—	0.3	—
ヤマノイモ <i>Dioscorea japonica</i>	h	—	3.3	+
ヘクソカズラ <i>Paederia scandens</i> var. <i>mairei</i>	h	7.5	1.0	1.4
ツタ <i>Parthenocissus tricuspidata</i>	h	2.0	0.3	1.4
ツルウメモドキ <i>Celastrus orbiculatus</i>	h	2.0	—	4.3
ノブドウ <i>Ampelopsis brevipedunculata</i>	h	1.2	0.4	0.4
サンカズル <i>Vitis flexuosa</i>	h	1.4	3.8	0.5
サルトリイバラ <i>Smilax china</i>	h	2.4	—	19.3
フユイチゴ <i>Rubus buergeri</i>	h	0.2	—	—

Table 3. (つづき) (Continued)

種 名 Species	生育型 Growth form	処理方法 Treatment		
		全刈 Clear cutting	筋刈 Belt cutting	放置 Non-cutting
ボ タ ン ツ ル <i>Clematis apiifolia</i>	h	—	1.0	—
イ ワ ガ ラ ミ <i>Schizophragma hydrangeoides</i>	h	0.9	0.2	0.2
アキノキリンソウ <i>Solidago virga-aurea</i> var. <i>asiatica</i>	a	—	0.4	—
ヒヨドリバナ <i>Eupatorium chinense</i> var. <i>simplicifolium</i>	a	1.3	3.1	0.1
ムラサキニガナ <i>Lactuca sororia</i>	a	0.3	—	—
オトコエシク <i>Patrinia villosa</i>	a	+	0.2	—
ヤマシロギク <i>Aster ageratoides</i> forma <i>leucanthus</i>	a	3.0	5.8	1.4
ササガヤ <i>Microstegium japonicum</i>	i	—	0.4	—
アシボン <i>Microstegium vimineum</i> var. <i>polystachyum</i>	i	—	0.5	—
チヂミザサ <i>Oplismenus undulatifolius</i> var. <i>japonicus</i>	i	0.1	0.1	+
ススキ <i>Miscanthus sinensis</i>	b	205.1	101.2	32.1
コバノイシカグマ <i>Dennstaedtia scabra</i>	i	—	0.2	—
ヤワラシダ <i>Lastrea laxa</i>	i	—	0.3	—
ハシゴシダ <i>L. glanduligera</i>	i	—	0.4	0.1
オオヒメワラビ <i>Athyrium henryi</i>	i	—	1.5	—
シシガシラ <i>Blechnum niponicum</i>	i	—	—	0.8
全 種 数 Total species		45	54	40

Table 4. 積算優占度 (SDR₄) による種類組成表 (A 系列)
Summed dominance ratio (SDR₄) in A series.

林 齢 Stand age (年) (Year)	種 名 Species	*生育型 Growth form	方形枠の大きさ Quadrat size (cm ²)			
			(100 × 100)	(50 × 50)	(25 × 25)	(12.5 × 12.5)
1	ベニバナボロギク <i>Crassocephalum crepidioides</i>	a	100	100	90	80
	ヒサカキ <i>Eurya japonica</i>	g	81	81	—	17
	アカメガシワ <i>Mallotus japonicus</i>	e	52	27	—	—
	イヌガシ <i>Neolitsea aciculata</i>	g	43	—	—	—
	ヤクシソウ <i>Youngia denticulata</i>	a	33	—	—	—
	ダンドボロギク <i>Erechtites hieracifolia</i>	a	24	24	—	—
	カラスザンショウ <i>Zanthoxylum ailanthoides</i>	e	22	—	—	—
	ナガバモミジイチゴ <i>Rubus palmatus</i>	e	19	—	—	—
	ハイノキ <i>Symplocos myrtacea</i>	g	19	17	—	—
	ススキ <i>Miscanthus sinensis</i>	b	18	—	—	—
	サルトリイバラ <i>Smilax china</i>	h	16	—	—	—
	タラノキ <i>Aralia elata</i>	e	15	—	—	—
	ヤブムラサキ <i>Callicarpa mollis</i>	d	15	—	—	—
全 種 数 Total species			32	21	9	2
2	ベニバナボロギク <i>Crassocephalum crepidioides</i>	a	61	59	61	53
	ヒサカキ <i>Eurya japonica</i>	g	45	25	16	—
	アカメガシワ <i>Mallotus japonicus</i>	e	29	—	—	—

Table 4. (つづき) (Continued)

林 齢 (年) Stand age (Year)	種 名 Species	*生 育 型 Growth form	方 形 枠 の 大 き さ Quadrat size (cm ²)				
			(100 × 100)	(50 × 50)	(25 × 25)	(12.5 × 12.5)	
			全 種 数 Total species				58
2	ヤクシソウ	<i>Youngia denticulata</i>	a	85	86	92	98
	ダンドボロギク	<i>Erechtites hieracifolia</i>	a	18	—	—	—
	ナガバモミジイチゴ	<i>Rubus palmatus</i>	c	37	28	22	41
	ス ス キ	<i>Miscanthus sinensis</i>	b	76	68	55	37
	ガクウツギ	<i>Hydrangea scandens</i>	d	52	43	28	—
	オオアレチノギク	<i>Erigeron sumatrensis</i>	a	45	34	22	—
	シシガシラ	<i>Blechnum niponicum</i>	i	37	24	—	—
	クマイチゴ	<i>Rubus crataegifolius</i>	c	22	—	—	—
	ヘクソカズラ	<i>Paederia scandens</i> var. <i>mairei</i>	h	20	16	—	21
	イヌシダ	<i>Dennstaedtia hirsuta</i>	i	17	—	—	—
	キッコウハグマ	<i>Ainsliaea apiculata</i>	i	16	—	—	—
3	ベニバナボロギク	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	a	30	15	21	58
	ヒサカキ	<i>Eurya japonica</i>	g	57	28	19	—
	アカメガシワ	<i>Mallotus japonicus</i>	e	23	—	—	—
	ヤクシソウ	<i>Youngia denticulata</i>	a	18	—	—	—
	カラスザンショウ	<i>Zanthoxylum ailanthoides</i>	e	28	—	—	—
	ナガバモミジイチゴ	<i>Rubus palmatus</i>	c	74	71	64	—
	ス ス キ	<i>Miscanthus sinensis</i>	b	78	35	52	—
	オオアレチノギク	<i>Erigeron sumatrensis</i>	a	42	35	34	—
	クマイチゴ	<i>Rubus crataegifolius</i>	c	31	—	31	24
	キブシ	<i>Stachyurus praecox</i>	d	61	35	—	26
	ヒメバライチゴ	<i>Rubus minusculus</i>	c	53	31	29	58
	リョウブ	<i>Clethra barbinervis</i>	d	50	45	41	36
	チヂミザサ	<i>Oplismenus undulatifolius</i> var. <i>japonicus</i>	i	41	40	41	26
	エゴノキ	<i>Styrax japonica</i>	f	33	—	—	—
	クサギ	<i>Clerodendrum trichotomum</i>	d	33	—	24	—
	ヤマグワ	<i>Morus bombycis</i>	e	31	—	—	—
	コアカソ	<i>Boehmeria spicata</i>	d	30	35	47	—
	シキミ	<i>Illicium religiosum</i>	g	24	—	—	—
	ビナンカズラ	<i>Kadsura japonica</i>	h	24	—	—	—
	カナクキノキ	<i>Lindera erythrocarpa</i>	f	23	—	—	—
ヒヨドリバナ	<i>Eupatorium chinense</i> var. <i>simplicifolium</i>	a	22	—	—	—	
イイギリ	<i>Idesia polycarpa</i>	e	18	—	—	—	
ミズキ	<i>Cornus controversa</i>	f	16	—	—	—	
全 種 数 Total species				65	34	20	12
4	ベニバナボロギク	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	a	19	15	—	—
	ヒサカキ	<i>Eurya japonica</i>	g	60	53	30	—
	アカメガシワ	<i>Mallotus japonicus</i>	e	74	17	—	—
	ヤクシソウ	<i>Youngia denticulata</i>	a	19	—	—	—
	ス ス キ	<i>Miscanthus sinensis</i>	b	77	18	45	58
	タラノキ	<i>Aralia elata</i>	e	16	17	17	32

Table 4. (つづき) (Continued)

林齢 Stand age (年) (Year)	種名 Species	*生育型 Growth form	方形枠の大きさ Quadrat size (cm ²)			
			(100 × 100)	(50 × 50)	(25 × 25)	(12.5 × 12.5)
4	ヒメバライチゴ <i>Rubus minusculus</i>	c	19	22	—	—
	ウドカズラ <i>Ampelopsis leeoides</i>	h	33	45	58	—
	ツタ <i>Parthenocissus tricuspidata</i>	h	28	32	21	20
	ホソバタバ <i>Machilus japonica</i>	g	25	—	—	—
	ヌルデ <i>Rhus javanica</i>	e	22	—	—	—
	ウラジロガシ <i>Quercus salicina</i>	g	21	—	—	—
	全種数 Total species		35	25	11	6
5	ヒサカキ <i>Eurya japonica</i>	g	86	15	17	85
	ナガバモミジイチゴ <i>Rubus palmatus</i>	c	52	35	28	—
	ススキ <i>Miscanthus sinensis</i>	b	100	90	85	58
	ヤブムラサキ <i>Callicarpa mollis</i>	d	25	17	—	—
	エゴノキ <i>Styrax japonica</i>	f	23	—	—	—
	ツタ <i>Parthenocissus tricuspidata</i>	h	30	34	44	69
	ヌルデ <i>Rhus javanica</i>	e	15	—	37	—
	キジノオシダ <i>Plagiogyria japonica</i>	i	29	—	—	—
サカキ <i>Cleyera japonica</i>	g	18	—	—	—	
	全種数 Total species		50	28	7	5
7	ヒサカキ <i>Eurya japonica</i>	g	86	15	17	85
	ツタ <i>Parthenocissus tricuspidata</i>	h	75	89	90	—
	アカメガシワ <i>Mallotus japonicus</i>	e	61	43	—	—
	ススキ <i>Miscanthus sinensis</i>	b	59	26	—	—
	ヤブムラサキ <i>Callicarpa mollis</i>	d	34	—	—	—
	ナガバモミジイチゴ <i>Rubus palmatus</i>	c	31	—	—	—
	チヂミザサ <i>Oplismenus undulatifolius var. japonicus</i>	i	31	19	—	—
	ビナンカズラ <i>Kadsura japonica</i>	h	25	—	—	—
	ヘクソカズラ <i>Paederia scandens var. mairei</i>	h	23	—	—	—
	ウドカズラ <i>Ampelopsis leeoides</i>	h	21	—	—	—
	ガクウツギ <i>Hydrangea scandens</i>	d	19	—	—	—
マルバウツギ <i>Deutzia gracilis var. scabra</i>	d	16	22	—	—	
タラノキ <i>Aralia elata</i>	e	16	32	—	—	
	全種数 Total species		36	19	8	2
8	ツタ <i>Parthenocissus tricuspidata</i>	h	79	77	79	88
	チヂミザサ <i>Oplismenus undulatifolius var. japonicus</i>	i	70	59	45	20
	クマノミズキ <i>Cornus brachypoda</i>	f	40	—	—	—
	イナモリソウ <i>Pseudopyxis depressa</i>	i	31	21	—	—
	ヘクソカズラ <i>Paederia scandens var. mairei</i>	h	29	15	—	—
	ススキ <i>Miscanthus sinensis</i>	b	30	—	—	—
	ヤマグワ <i>Morus bombycis</i>	e	17	—	—	—
	ツヅラフジ <i>Sinomenium acutum</i>	h	15	16	15	—
	全種数 Total species		29	13	6	6

* Fig. 4 参照 See Fig. 4.

積算優占度は (D), (H), (F), (C) の各測定値が同一の大きさの各枠内で最大となる種の値を100とした相対値をもとめ、これらの値を種ごとに加え4で除した。積算優占度15.0以下の種については省略した。

SDR₄ was calculated from $(D'+F'+C'+H')/4$ where D' (density ratio), F' (frequency ratio), C' (cover ratio), and H' (height ratio) are the percentage of species when $D, F, C,$ and H of first rank species are 100. The important species more than 15.0 are shown.

Table 5. 積算優占度 (SDR₄) による種類組成表 (B 系列)
Summed dominance ratio (SDR₄) in B series.

林 齢 (年) Stand age (Year)	種 名 Species	*生 育 型 Growth form	方形枠の大きさ Quadrat size (cm ²)				
			(100 × 100)	(50 × 50)	(25 × 25)	(12.5 × 12.5)	
1	ベニバナボロギク	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	a	83	61	49	61
	アカメガシワ	<i>Mallotus japonicus</i>	e	60	57	39	—
	ダンドボロギク	<i>Erechtites hieracifolia</i>	a	58	55	58	—
	タラノキ	<i>Aralia elata</i>	e	47	65	25	—
	ヒサカキ	<i>Eurya japonica</i>	g	34	15	—	—
	カナクキノキ	<i>Lindera erythrocarpa</i>	f	28	—	20	33
	ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i>	b	24	19	—	—
	キッコウハグマ	<i>Ainsliaea apiculata</i>	i	22	—	—	—
	ヤクシソウ	<i>Youngia denticulata</i>	a	22	—	—	—
	ナガバモミジイチゴ	<i>Rubus palmatus</i>	e	20	—	—	—
	キブシ	<i>Stachyurus praecox</i>	d	19	17	—	—
	クマノミズキ	<i>Cornus brachypoda</i>	f	18	—	—	—
	イイギリ	<i>Idesia polycarpa</i>	e	17	—	—	—
	ワラビ	<i>Pteridium aquilinum</i>	c	16	—	—	—
	全種数	Total species		34	15	10	4
2	ヤクシソウ	<i>Youngia denticulata</i>	a	79	83	94	92
	ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i>	b	78	64	65	48
	ナガバモミジイチゴ	<i>Rubus palmatus</i>	c	45	38	34	—
	ヒサカキ	<i>Eurya japonica</i>	g	38	—	—	—
	キブシ	<i>Stachyurus praecox</i>	d	37	16	—	—
	エゴノキ	<i>Styrax japonica</i>	f	33	19	—	—
	カラスザンショウ	<i>Zanthoxylum ailanthoides</i>	e	29	—	—	—
	アカメガシワ	<i>Mallotus japonicus</i>	e	29	15	15	—
	カナクキノキ	<i>Lindera erythrocarpa</i>	f	28	—	—	—
	ツルウメモドキ	<i>Celastrus orbiculatus</i>	h	25	—	—	—
	クマノミズキ	<i>Cornus brachypoda</i>	f	24	20	—	—
	クマイチゴク	<i>Rubus crataegifolium</i>	c	23	23	44	41
	ヤマシロギク	<i>Aster ageratoides forma leucanthus</i>	a	23	—	—	—
	ヒメバライチゴ	<i>Rubus minusculus</i>	c	23	—	—	—
	イイギリ	<i>Idesia polycarpa</i>	e	23	—	—	—
	イヌザンショウ	<i>Zanthoxylum schiniifolium</i>	e	19	—	—	—
	ベニバナボロギク	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	a	18	19	—	—
	リョウブ	<i>Clethra barbinervis</i>	d	18	—	—	—
ツクバネガシ	<i>Quercus sessilifolia</i>	g	17	—	—	—	

Table 5. (つづき) (Continued)

林 齡 Stand age (年) (Year)	種 名 Species	*生 育 型 Growth form	方形枠の大きさ Quadrat size (cm ²)			
			(100 × 100)	(50 × 50)	(25 × 25)	(12.5 × 12.5)
2	ハ イ ノ キ <i>Symplocos myrtaea</i>	g	17	—	—	—
	オ ト コ エ シ <i>Patrinia villosa</i>	a	15	—	—	—
	全 種 数 Total species		53	28	16	6
3	ス ス キ <i>Miscanthus sinensis</i>	b	76	74	76	19
	ヤ ク シ ソ ウ <i>Youngia denticulata</i>	a	—	—	—	—
	キ ブ シ <i>Stachyurus praecox</i>	d	52	45	—	15
	ク マ イ チ ゴ <i>Rubus crataegifolius</i>	c	50	42	55	58
	ヒ サ カ キ <i>Eurya japonica</i>	g	45	28	—	—
	ヤ ブ ム ラ サ キ <i>Callicarpa mollis</i>	d	34	—	—	—
	ガ ク ウ ツ ギ <i>Hydrangea scandens</i>	d	33	—	—	—
	ナ ガ バ モ ジ イ チ ゴ <i>Rubus palmatus</i>	c	32	23	23	—
	ヤ ブ ニ ッ ケ イ <i>Cinnamomum japonicum</i>	g	29	—	—	—
	カ ナ ク ギ ノ キ <i>Lindera erythrocarpa</i>	f	24	—	—	—
	エ ゴ ノ キ <i>Styrax japonica</i>	f	21	—	—	—
	ハ イ ノ キ <i>Symplocos myrtaea</i>	g	20	—	—	—
	タ ラ ノ キ <i>Aralia elata</i>	e	20	—	—	—
	イ イ ギ リ <i>Idesia polycarpa</i>	e	19	—	—	—
	イ ヌ ザ ン シ ョ ウ <i>Zanthoxylum schinifolium</i>	e	19	—	—	—
	ア カ メ ガ シ ワ <i>Mallotus japonicus</i>	e	19	—	—	—
	タ チ ツ ボ ス ミ レ <i>Viola grypoceras</i>	i	16	—	—	—
キ ッ コ ウ ハ グ マ <i>Ainsliaea apiculata</i>	i	15	—	—	—	
全 種 数 Total species		61	34	15	11	
4	ス ス キ <i>Miscanthus sinensis</i>	b	75	61	16	—
	ヤ ク シ ソ ウ <i>Youngia denticulata</i>	a	64	67	52	32
	ヘ ク ソ カ ズ ラ <i>Paederia scandens</i> var. <i>mairai</i>	h	63	69	81	84
	ク サ ギ <i>Clerodendron trichotomum</i>	d	59	21	—	—
	キ ブ シ <i>Stachyurus praecox</i>	d	51	35	—	—
	サ ン ガ ク ズ ル <i>Vitis flexuosa</i>	h	42	—	—	—
	ツ シ タ <i>Parthenocissus tricuspidata</i>	h	41	40	28	31
	ア シ ボ ン <i>Microstegium vimineum</i> var. <i>polystachyum</i>	i	39	45	47	50
	マ ツ カ ゼ ソ ウ <i>Boenninghausenia japonica</i>	i	39	21	18	—
	オ オ ハ ン ゲ <i>Pinellia tripartita</i>	i	39	19	—	—
	ク マ ノ ミ ズ キ <i>Cornus brachypoda</i>	f	37	—	—	—
	ベ ニ バ ナ ボ ロ ギ ク <i>Crassocephalum crepidioides</i>	a	29	21	—	—
	ヤ マ シ ロ ギ ク <i>Aster ageratoides</i> forma <i>leucanthus</i>	a	29	—	—	—
	カ ナ ク ギ ノ キ <i>Lindera erythrocarpa</i>	f	28	15	—	—
	ア カ メ ガ シ ワ <i>Mallotus japonicus</i>	e	28	—	—	—
	チ ゼ ミ ザ サ <i>Oplismenus undulatifolius</i> var. <i>japonicus</i>	i	28	32	40	35
	コ ア カ ソ <i>Boehmeria spicata</i>	d	25	—	—	—
オ オ ア レ チ ノ ギ ク <i>Erigeron sumatrensis</i>	a	23	17	—	—	
ヤ マ グ ワ <i>Morus bombycis</i>	e	22	—	—	—	

Table 5. (つづき) (Continued)

林 齡 Stand age (年) (Year)	種 名 Species	*生 育 型 Growth form	方 形 枠 の 大 き さ Quadrat size (cm ²)			
			(100 × 100)	(50 × 50)	(25 × 25)	(12.5 × 12.5)
4	ヌ ル デ <i>Rhus javanica</i>	e	22	—	—	—
	ガ ク ウ ツ ギ <i>Hydrangea scandens</i>	d	18	16	—	—
	ク マ イ チ ゴ <i>Rubus crataegifolius</i>	c	17	23	—	—
	ハ シ カ グ サ <i>Hedyotis lindeeyana</i>	i	16	—	—	—
	ヤ ブ ム ラ サ キ <i>Callicarpa mollis</i>	d	15	—	—	—
全 種 数	Total species		61	34	20	14
6	ヒ サ カ キ <i>Eurya japonica</i>	g	94	93	95	60
	ス ス キ <i>Miscanthus sinensis</i>	b	70	92	52	36
	ツ ブ ラ ジ イ <i>Castanopsis cuspidata</i>	g	27	—	—	—
	ヤ ク シ ソ ウ <i>Youngia denticulata</i>	a	20	—	—	—
	ナガバモミジイチゴ <i>Rubus palmatus</i>	c	19	—	—	—
	ハ イ ノ キ <i>Symplocos myrtacea</i>	g	17	—	—	—
アカメガシワ <i>Mallotus japonicus</i>	e	15	—	—	58	
全 種 数	Total species		35	17	8	5
7	コ シ ダ <i>Dicranopteris linearis</i>	c	79	77	88	44
	ス ス キ <i>Miscanthus sinensis</i>	b	70	92	52	36
	ガ ク ウ ツ ギ <i>Hydrangea scandens</i>	d	50	42	62	66
	ヒ サ カ キ <i>Eurya japonica</i>	g	49	15	—	—
	ヌ ル デ <i>Rhus javanica</i>	e	37	25	19	—
	ウ ラ ジ ロ <i>Hicriopteris glauca</i>	c	25	—	—	—
	アカメガシワ <i>Mallotus japonicus</i>	e	24	—	—	—
	ワ ラ ビ <i>Pteridium aquilinum</i>	e	28	—	—	—
	キ ブ シ <i>Stachyurus praecox</i>	d	20	—	—	—
	ヘクソカズラ <i>Paederia scandens var. mairei</i>	h	18	—	—	—
ヤマグワ <i>Morus bombycis</i>	e	17	—	—	—	
全 種 数	Total species		36	23	14	7
8	ス ス キ <i>Miscanthus sinensis</i>	b	95	90	41	—
	ヒ サ カ キ <i>Eurya japonica</i>	g	75	16	22	25
	ガ ク ウ ツ ギ <i>Hydrangea scandens</i>	d	69	66	30	28
	ヘクソカズラ <i>Paederia scandens var. mairei</i>	h	49	54	54	50
	ツ マ シ ロ ギ <i>Parthenocissus tricuspidata</i>	h	42	55	59	61
	ナガバモミジイチゴ <i>Aster ageratoides forma leucanthus</i>	a	40	47	34	18
	チヂミザサ <i>Rubus palmatus</i>	c	37	21	17	—
	オプシメヌ <i>Oplismenus undulatifolius var. japonicus</i>	i	29	37	41	44
	アカメガシワ <i>Mallotus japonicus</i>	e	24	27	—	—
	ヌ ル デ <i>Rhus javanica</i>	e	24	—	—	—
	ヤブレガサ <i>Syneilesis palmata</i>	i	23	25	—	—
	ヤマグワ <i>Morus bombycis</i>	e	19	—	—	—
	ヤブムラサキ <i>Callicarpa mollis</i>	d	19	—	18	25
	エゴノキ <i>Styrax japonica</i>	f	18	23	—	—

Table 5. (つづき) (Continued)

林 齢 Stand age (年) (Year)	種 名 Species	*生 育 型 Growth form	方形枠の大きさ Quadrat size (cm ²)			
			$\begin{pmatrix} 100 \\ \times \\ 100 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 50 \\ \times \\ 50 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 25 \\ \times \\ 25 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 12.5 \\ \times \\ 12.5 \end{pmatrix}$
8	クマイチゴ <i>Rubus crataegifollus</i>	c	18	15	—	—
	ムラサキシキブ <i>Callicarpa japonica</i>	d	17	—	—	—
	タチツボスミレ <i>Viola grypoceras</i>	i	16	—	—	—
	全種数 Total species		48	35	23	14

凡例は Table 4 に同じ, Symbols : See Table 4.

の積算優占度は, A 系列においてはスギ植栽後 7 年目以降に急速に小さくなるが, B 系列では大きな変化は認められなかった。この原因の一つは両系列の地位の違いによる造林木の閉鎖の速度の違いに基づくものと思われる。

雑草木の生長に及ぼす下刈の影響: C 系列(下刈試験区)では積算優占度は測定しなかったが, 放置, 全刈および筋刈の各区のスギ植栽後 5 年目の種別の現存量を測定し, 主要な種について Table 3 に示した。三つの区に共通して出現する種はアカメガシワ, ゴンズイ, ヒサカキ, イヌガシ, クマノミズキなどの木本を中心とした 21 種であった。

しかし, 種ごとの現存量は処理間に大きな差が認められた。すなわち, 3 区に共通している種の中で現存量の最も大きな種は, 放置区においてはゴンズイ, イヌガシ, カナクギノキ, キブシなどの木本のみであり, 筋刈区はアカメガシワ, イヌザンショウなどの木本類であった。しかし, 全刈区においてはススキ, ヘクソカズラ, ツタなどの多年生草本やツル類が現存量の大きな種となり, とりわけススキの現存量の大きいことが注目された。

この系列における雑草木群落の変遷はスギ植栽 1 年目のベニバナボロギク, 2 年目のヤクシソウ優占型は 3 区共通していたが, その後, 全刈区はススキが圧倒的に優占し, 放置区では木本類の急速な生長によって木本優占型群落となることが定性的な追跡調査により確認された。

このような全刈区の傾向は, 著者がすでに報告⁶⁰⁾した毎年下刈が行われているスギ造林地の雑草木群落は植栽後 1~5 年の間にベニバナボロギク優占型, ヤクシソウ優占型, ススキ優占型に変化するという結果と一致していた。また, 森川ら²²⁾, 富吉ら⁶⁰⁾も下刈が行われるとある時期にススキが優占し, 一定期間この状態が続くことを報告している。

小村⁴⁰⁾は, 伐採跡地を自然放置すると, ススキは新たに侵入した多くの陽樹や伐根からの萌芽樹種の急速な生長による被覆によって, 繁茂が強く阻害されることを述べている。この傾向は C 系列の放置区の結果と良く一致していた。

上記のような植栽地におけるススキの侵入と繁茂に下刈が影響するという事実は, 前述のとおり A, B 両系列でも認められた。

これまでに述べた植栽地における雑草木の変遷を基礎に造林木の植栽初期における下刈の効果的な方法を確立するためには, さらにその因果関係を詳細に理解することが必要であろう。すなわち, 造林木を中心に雑草木群落の種間における相互の関係がどのように成り立ち, また, 種の交代に伴う群落変化と造林

木の生長の動態がどのように変わってゆくかを、構成種の変遷とこれに伴う群落構造と環境条件の変化、これらが造林木の生長に与える影響とを関連づけて量的、質的に解明することが必要である。

(b) 生育型による群落構造の解析

生活形や生育型は群落と環境条件との関連を整理し、類型化するのに有効である⁸⁾⁶⁸⁾。沼田³⁰⁾は生育型区分と遷移度とによって草地診断を行い、良い結果をおさめている。この方法は佐倉⁴⁵⁾、大木ら⁴²⁾によって幼齢造林地の調査にも用いられたが、休眠型区分⁴⁹⁾で低木 (N)、高木 (M) に属する植物でも、幼齢造林地においては、年 1 回ないし数回の刈刈が行われているため、その生育状態は萌芽再生で矮化していることが多く実態にそぐわない。遷移度についても、草本と木木が混在する幼齢造林地では沼田³⁰⁾が草地で用いた方式をそのまま用いるには上述の点で無理がある。また、幼齢造林地の雑草木の変遷は、5 年ないし 10 年程度の短い期間に種の交代が起こる現象であって、ほぼ同時に再生する雑草木が他種よりも早く空間を占有するために萌芽力、伸長生長、種子散布の方法、地下茎利用の繁殖などに何らかの形で優れていなければならないであろう。多様性に富む幼齢造林地の植物群の種組成とその優占度の時間的な変化を質的、量的に明らかにする目的で、上記の点を考慮し、この地方の造林地の雑草木を Fig. 4 のような九つの生育型に類型化し、この区分を基礎に造林地の雑草木の変遷について検討した。

(i) 各生育型の特徴と雑草木群落の変遷における位置

ベニバナボロギク型：この型の植物は 1 年生または多年生の広葉草本で伸長生長が早く、発芽後約 1 ~ 2 か月で 1 m 前後に生長する。この型は 2 次遷移の初期、造林地では植栽初期に優勢な生育型である。この型の植物は種子が風散布されるものが多く、裸地に近い状態の広範な林地で一斉に発芽生長し、地上部は 5 月から 10 月末までしか存在しない。

この型の代表的な種の一つであるベニバナボロギクの種子の発芽特性を調べるために、次のような実験

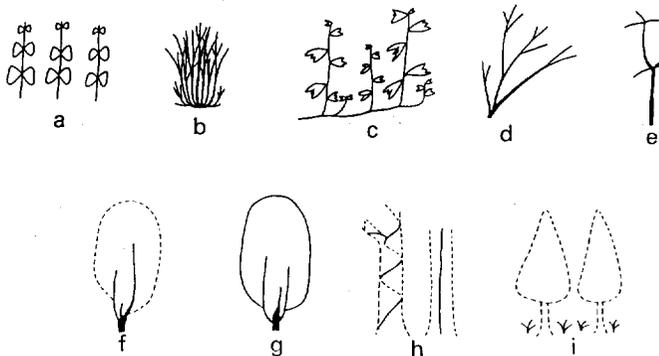


Fig. 4. 生育型
Growth form.

- (a) ベニバナボロギク型 Herbaceous 1 (*Crassocephalum crepidioides*) type.
- (b) ススキ型 Grass (*Miscanthus sinensis*) type.
- (c) クマイチゴ型 Shrub 1 (*Rubs crataegifolius*) type.
- (d) ウツギ型 Shrub 2 (*Deutzia crenata*) type.
- (e) アカメガンショ型 Tree 1 (Pioneer tree) (*Mallotus japonicus*) type.
- (f) エゴノキ型 Tree 2 (Deciduous broad-leaved tree) type.
- (g) アカガシ型 Tree 3 (Evergreen broad-leaved tree) type.
- (h) ツル型 Vine (*Parthenocissus tricuspidata*) type.
- (i) チヂミザサ型 Herbaceous 2 (*Oplismenus undutifolius* var. *japonicus*) type.

を行った。

実験1 庇陰と発芽との関係: 鉢の約1/3まで玉土を入れて透水性を考慮した直径30cmの素焼鉢に黒色土壌を加えて表面をならした。これに100粒ずつのベニバナポロギクを播種し, 種子がみえかくれする程度に覆土した後, 鉢の土壌面の深さまで苗畑に埋め込んだ。

庇陰処理は太めの針金を用いて直径50cm, 高さ50cmの円筒を作り, これに網目の大きさに遮光率を変えた黒色ビニール製ネットをかぶせて行った。相対照度で示した庇陰の程度は62, 53, 46, 34, 11%と対照区(100%)であった。実験は1971年4月28日に始め, 7日ごとに発芽数を調査し6月2日まで続けた。結果はFig. 5に示したとおり明るい庇陰区ほど発芽数が多かった。

実験2 覆土の厚さと発芽との関係: 実験1と同様に準備された30cmの素焼鉢に100粒ずつのベニバナポロギクの種子を播種し, 覆土の厚さが0.5, 1, 3, 5, 10cmの区と対照区を作り, 鉢の表面まで苗畑に埋め込んだ。実験期間は実験2と同じである。この結果はFig. 5に示したとおり, 覆土の厚い区では発芽せず, 3cmでわずかに発芽がみられた。この二つの実験結果から, ベニバナポロギクは明るい条件ほど発芽率が高く, このため他の植物群が発達し, 地表面が暗く, またリターが種子を厚く覆う機会の多くなるような状態では侵入した種子の発芽率は低下しよう。この種は典型的な陽性植物で, より早く, より高くなる生育型のものが侵入し上層を覆うと, たとえ発芽したとしても十分な生長はできない。このため伐採後1~2年の間だけ優占種になり, これ以後は次第に衰える(Table 4, 5)。

ススキ型: イネ科, カヤツリグサ科などの垂直葉を持ち草丈が大きくなる多年生草本である。この型は種子から発芽後数年たつと養分貯蔵器官である地下茎が良く発達し, 初期生長も早く, 刈払いにも再生力が強い。

この型の代表種であるススキは, 日本では二次遷移初期の重要な構成種であり, また草地の主要な種であるため, 生態的研究や応用的研究の成果が数多く報告されている⁸⁰⁾⁸⁷⁾⁶⁰⁾⁶¹⁾⁵²⁾⁶⁶⁾。嶋田ら⁶²⁾は「ススキは裸地化された場所に4~5月に発芽し, その年の9月に22cm, 翌年の7月には51cm, 9月には81

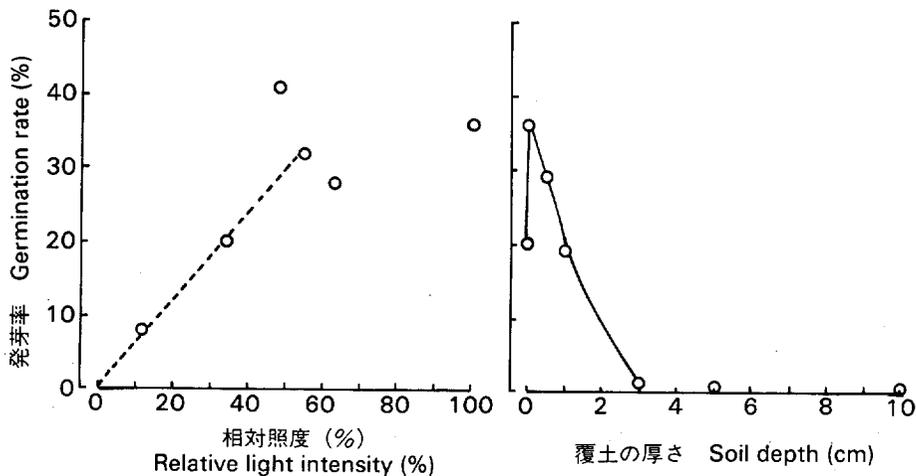


Fig. 5. ベニバナポロギクの発芽とその強さおよび覆土の厚さとの関係
Relationship between germination rate (%) of *Crassocephalum crepidioides*
in the nursery and relative light intensity or soil depth.

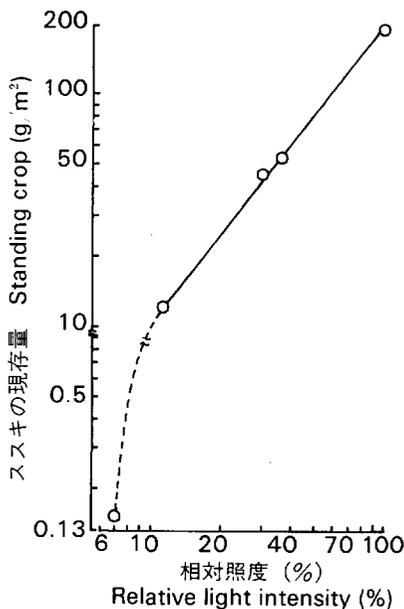


Fig. 6. ススキの現存量と相対照度との関係
Relationship between standing crop of *Miscanthus sinensis* and relative light intensity.

の方形枠で刈取り、乾重量と刈取り直前に枠内のススキ上層で測定した相対照度 50 点の平均との関係を示すと、Fig. 6 のように、林内が暗くなるほど現存量は少なくなった。

クマイチゴ型：地下茎は地表面付近を長く横にはい、ところどころから新芽を出して繁殖する。地下茎からの新芽は、長枝型が多く 1～2 年後に側枝を出す。草丈は 2 m 前後で比較的低い。ススキと同時あるいはややおくれて優占種となる。この型の代表種であるキイチゴ類は、発芽後 1 年目の草丈は低く、5～30 cm 程度である。しかし、地下部の生長は良い。数年たつと 100～200 cm の地上茎を出し、大型の葉をつける。

この高さになった地上茎を持つキイチゴ類は、1～2 年後には側枝を出し、これに着花、結実する。着花、結実するようになると草丈は増加しないか、してもわずかである。この地方で、この型に含まれる代表的な種はクマイチゴ、ナガバモミジイチゴなどがある。この生育型に四国の海岸部の造林地などに多いコシダ、ウラジロあるいは中央山地上部のスズタケ、ミヤコザサなども含めた。

ウツギ型：この型は低木で、ときには低木林を形成し、安定した森林の林縁部または比較的明るい林内の下層植生となる。クマイチゴ型でみられた地下茎が認められず大型の地上茎が一つの根元からのび、連年生長するが、1 年目は長枝型の茎、1～2 年後にはこれに側枝を出して着花、結実し、その地上茎の伸生長はほぼ止まり、ときには枯死することが共通する。この性質はクマイチゴ型に類似する。主茎の生長が止まると次の大型の地上茎は、同一の株の根元あるいは古い大型茎の途中から生長し、古い茎葉は次第に横に傾いてくる。発芽後数年経過した樹高の最も高い茎は、初年度に出た茎の部分に基づいて、その後出る茎の部分によって順次構成され、最上部はその前に出た茎の中途の芽から生長したものである。

そのため Fig. 7 の樹高と地際直径との関係にみられるとおり、伸生長量は年によって著しく変わっ

cm となり、茎数も発芽の年の 9 月に 2 本、翌年の 9 月に 8 本となった」と報告している。この例のようにススキは、発芽後の短い期間に地下茎を良く発達させ、地上茎数、草丈とも急に増大する⁸⁷⁾⁵⁰⁾⁶⁵⁾。

植栽地における場合も伐採後 1～2 年目までは比較的小さくめだたないが、3 年目以後になると地上部の光条件、地位にもよるが、その草丈は 100～200 cm にもなる。このようにススキは種子の風散布力に加えて、Muron *et al.*²¹⁾、翠川ら²⁰⁾、矢野⁶⁵⁾によるススキ型のオギやススキの研究に示されているように地下部は年々発達し、膨大な地下茎からの出芽による地下茎数の増加が著しく、しかも多量に貯えられた地下の貯蔵物質によって、草丈の生長も早い。

しかし、この型に含まれる植物は原野型の植物で、一般に陽性植物が多い。このため樹冠下での生育はあまり良くない。例えばススキを (2×2)m²

ている。1個の根株から数本の茎を出すため樹冠は球形となりやすく, また直射光の投入する方向に茎を伸長させることも容易である。この型はクマイチゴ型, ススキ型と共存するが, 後には, 伸長生長や茎葉の展開の仕方の違いから, これらの型よりも優占することが多い。この地方では, この型に含まれる主要な種はヤブムラサキ, キブシ, ガクウツギなどがある。

アカメガシワ型: この型は陽性木本で埋蔵された種子⁴⁴⁾あるいは鳥が運搬する種子²⁹⁾によって新たに造林地に侵入する。発芽後の初期生長は明るい条件下ではきわめて良い²⁹⁾。この型は長い葉柄や羽状形の葉を持ち, 枝の役目を葉柄や羽状葉で代用する¹²⁾。発芽した当年あるいは1~2年後に約3~5本のまばらな太い枝を出す, 十分に太陽光が利用できると, そのまま幹とともに枝も連年生長し傘形に展開していく。しかし, 他の樹種によって周囲から庇覆されるようになると, 枝のうちで一番光条件の有利な枝が主

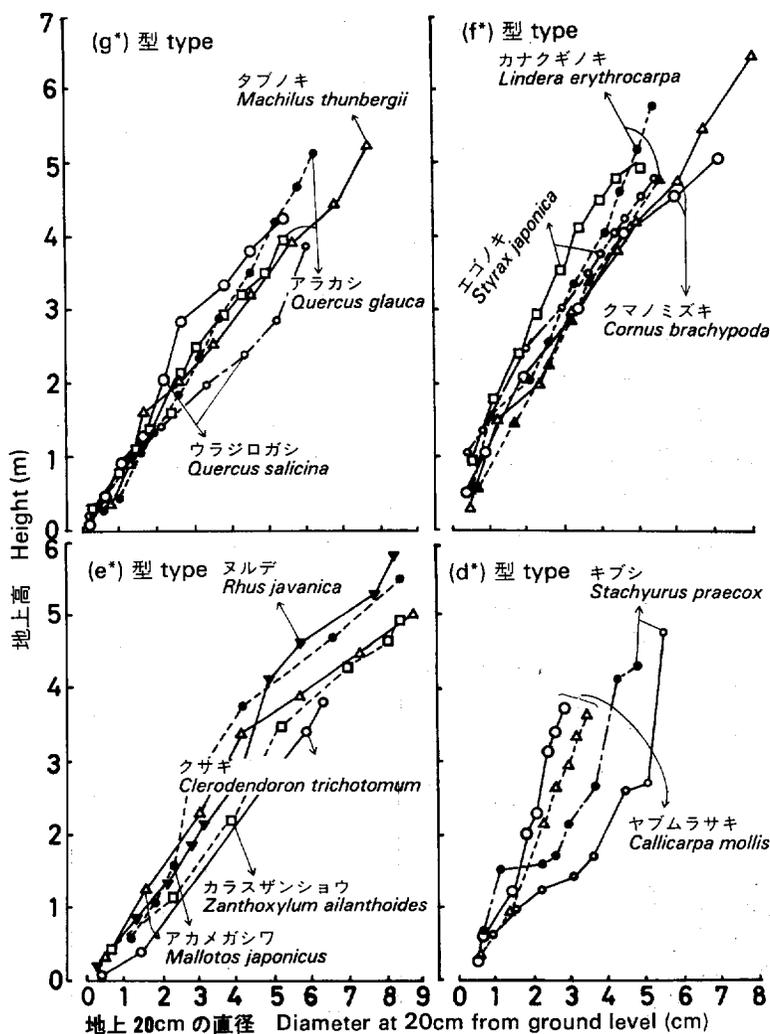


Fig. 7. 樹高と地上 20cm の直径との関係
Relationship between tree height and diameter at 20 cm from ground level.

* Fig. 4 参照 See Fig. 4.

幹状に伸長して、他の枝は枯死するか生長がほとんど停止することが多い。したがって、この型の植物は、ウツギ型と同じような幹や枝の生長形態をとり、特定の枝や幹はある年突然それまでの伸長生長量よりも大きくなることもある (Fig. 7)。不定芽はクマイチゴ型やウツギ型と違い、伐倒されたり、幹折れがない限り、根元や幹の途中から生長しない。この型はウツギ型よりも上層に樹冠を展開することが可能である。

この地方にみられる、この型に属する種はアカマガシワ、カラスザンショウ、ヌルデ、ゴンズイなどがある。

アカガシ型とエゴノキ型：この型は高木性木本が含まれ Fig. 7 に示したように、地上 20 cm の直径と樹高との関係は両型ともアカマガシワ型やウツギ型のように年による生長の違いは少ない。しかし、エゴノキ型はアカガシ型にくらべて、地上 20 cm の直径 - 樹高を示す直線の勾配が大きい。

両型とも、前生林の切株からの萌芽による再生は旺盛で、一つの伐根からの萌芽数も 1 ~ 数十本と変化する⁸⁵⁾。また萌芽に対する実生の割合は少ない⁸⁶⁾。一つの切株から複数の萌芽を出すことは、種子が風散布する生育型や地下茎によって繁殖する型の植物にくらべて空間的な構造を確保するうえに有効であろう。ほぼ同じような幹の形態や性質を持つアカガシ型とエゴノキ型とでは、常緑と落葉との違いのほかに葉の厚さが異なる (Table 6)。すなわち、アカガシ型の比面積 (SLA) は 56~93 cm²/g の範囲であったが、エゴノキ型では 127~177 cm²/g と非常に大きい値であった。

また、葉面積指数もアカガシ型の林の方が大きくなる⁸⁵⁾ため、エゴノキ型の林内よりもアカガシ型の林内の方が暗く、両型が共存する植栽地ではアカガシ型が繁茂するにつれ耐陰性の比較的弱いエゴノキ型の植物は次第に衰退し、ついにアカガシ型の雑草木に変わる。エゴノキ型の植物はエゴノキ、カナクギノキなどがあり、アカガシ型の植物はアカガシ、アラカシなどのカシ類、クス、ヤブニッケイなどがある。

チヂミザサ型：この型は安定した林内に生活する典型的な耐陰性の強い林床草本をいう。この型の植物は植栽木や高木型のアカガシ、エゴノキ型の樹冠が良く発達し、群落内の相対照度が低下すると、アカガシ型を除く比較的耐陰性の弱い先駆的な、すでに述べた各型の植物に代わり林床で生存する。この型に属

Table 6. エゴノキ型及びアカガシ型植物の比面積 (SLA)
Specific leaf area (SLA) of deciduous broad-leaved and evergreen broad-leaved tree type.

エゴノキ型 Deciduous broad-leaved tree (<i>Styrax japonica</i>) type		アカガシ型 Evergreen broad-leaved tree (<i>Quercus acuta</i>) type	
種名 Species	比面積 SLA (cm ² /g)	種名 Species	比面積 SLA (cm ² /g)
コナラ <i>Quercus serrata</i>	136	ホソバタブ <i>Machilus japonica</i>	73
クマノミズキ <i>Cornus brachypoda</i>	132	サカキ <i>Cleyera japonica</i>	67
タマミズキ <i>Ilex macrococca</i>	164	イヌガシ <i>Neolitsea aciculata</i>	93
アオハダ <i>Ilex macropoda</i>	177	カゴノキ <i>Actinodaphne lancifolia</i>	73
ミズキ <i>Cornus controversa</i>	156	アカガシ <i>Quercus acuta</i>	62
エゴノキ <i>Styrax japonica</i>	127	ウラジロガシ <i>Quercus salicina</i>	71
カナクギノキ <i>Lindera erythrocarpa</i>	169	ヤブツバキ <i>Camellia japonica</i>	56

する主な植物はチヂミザサ, サツマイナモリ, ヤブレガサなどがある。

つる型: 生活形区分でいわれている木本, 草本性のつる植物である。造林木の植栽初期には, 比較的地表をはった状態で生存しているが, 造林木や他の植物が大きくなると, これらの植物の幹を支持木とし, よじ登りながら生長し樹冠上に茎葉を展開させて生活するようになる。このようにこの型の植物は特異な生育型を持つのでつる型として区分した。この植栽地で普通にみられるつる型の植物はサンカクズル, ヤマノイモ, ウドカズラ, ヘクソカズラなどである。

(ii) 生育型による造林地の雑草木群落の変遷模式

これまでに述べた生育型を用いて, 多様な造林地の植物を整理すると, 下刈と無下刈の場合の変遷模式を Fig. 8 のように推論することができる。

以上, 各生育型の特徴と変遷との関係について概説したが, 多様性のある造林地の植物は, 植栽後の時間的変化に伴い, 立体的構造の発達をより有利にする, それぞれの生育型によって, その時々々の優占種群をかたちづけているといえる。

(c) 造林地内の雑草木現存量

前章において, 積算優占度と生育型とにより, 雑草木群落の動態について述べたが, 群落の動態を生育型の相互作用とその変化を通して解析するためには, さらに雑草木の量的な把握が必要で, とりわけ, スギの樹冠の生長によって, 雑草木の現存量がどのように変化するか明らかにされなければならない。

これまでの現存量調査は下刈作業の工程を把握するために行われていることが多く¹⁰⁾⁵⁸⁾⁶¹⁾, 尺^ズで表

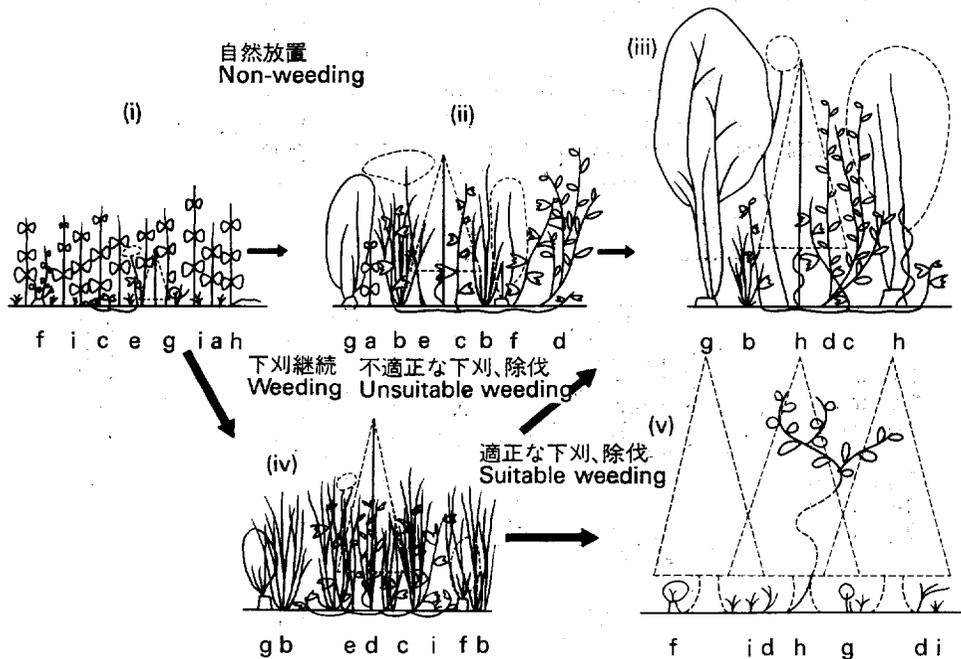


Fig. 8. 造林地雑草木の生育型による遷移模式
The scheme of succession in the young Sugi plantation.

現されていたり¹⁶⁾、測定場所の吟味が足りなかったり⁶⁸⁾⁶¹⁾、時期もまちまちであった。したがって、スギの生育に有効でしかも効率的な下刈を行うための基礎資料となる、スギとの相互作用が反映した雑草木現存量を適確に表現していないことが多い。そこで、これらの点に注意して、現存量の測定法の検討を行った。

(i) 地上部現存量の測定法の検討

植栽木の存在が雑草木の地上部現存量にどのように影響するかをみるため、スギ根際から 25, 75, 125 cm の位置が中心となるように (50×50)cm² の方形枠 (i), (ii), (iii) をおき、雑草木の地上現存量を、最大現存量となると思われる 9 月中旬に調べた。結果は Fig. 9 に示した。雑草木現存量は、植栽木の小さいスギ植栽後 1 年目から 5 年目までは A, B 両系列の間で大きな差はなかった。

一方、植栽木からの距離と現存量との関係では、両系列とも植栽木から遠いほど、現存量は大きくなっ

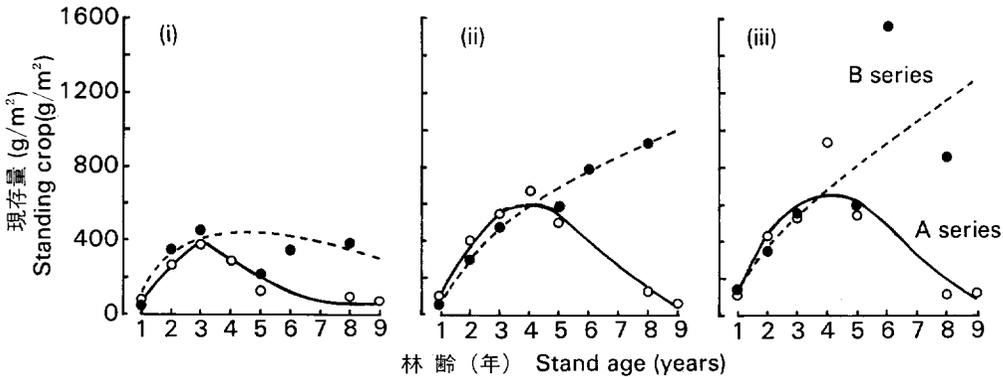


Fig. 9. 雑草木の現存量の経年変化

Yearly change of standing crop of weed and woody weed.

列植：行間 1.1m, 列間 3m Row planting : an interval of line is about 3m and 1.1m.
(i), (ii) and (iii) : See Fig. 10.

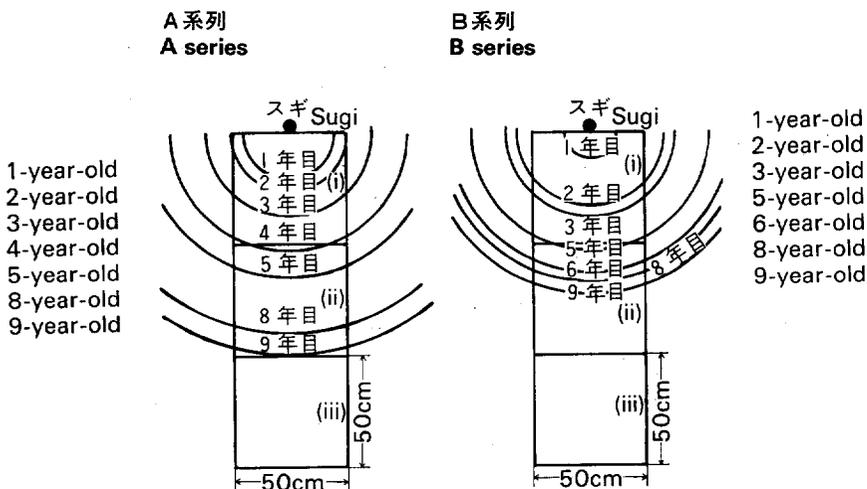


Fig. 10. スギの樹冠半径の経年変化と方形枠との関係

Relationship between yearly change of crown of Sugi and quadrat size.

ていた。しかし、A 系列の 6, 7 年生は欠測であるが、図から推定されるように、6 年目以後の現存量は A, B 両系列の間で大きな差があり、特にスギから遠くなる (ii), (iii) において著しかった。このように雑草木現存量が異なった理由の一つとしてスギの枝の生育 (Fig. 10) が影響していると思われるが詳しくは後述する。これらの事実から、植栽地において雑草木の現存量を調査するときには、植栽木の生育状況を良く吟味して調査場所を決定しなければならない。

(ii) 現存量に及ぼす下刈の影響

下刈試験を行った C 系列で、植栽後 5 年目の地上部現存量を 7 月下旬に測定した。測定法は前述のとおりである。結果は Table 7 に示した。この値は 9 月の最大現存量に対してやや小さな値になるものと思われる。

放置区の現存量は (i), (ii), (iii) のいずれの場所でも、下刈をした区より大きかった。全刈区と筋刈区では、下刈を行なっている (i), (ii) の場所における現存量は、差があるとは言えなかった。(iii) の場所における筋刈区の刈残し部の現存量は全刈区や筋刈区の刈払部の約 3 倍であった。

全刈区や筋刈区の下刈部分の現存量は、年 1 回下刈が行われていた A, B 両系列の 5 年生の値との差が少なかった (Fig. 9)。このことから A, B 両系列でも下刈が行われなければ、これらの現存量の 2~3 倍の値となる。また、放置区の現存量は、下刈終了後も増加傾向にある B 系列の 8 年生区よりも大きく (Fig. 9)、その年下刈が行われなくとも、前年以前に行った下刈はスギ樹冠の庇覆による雑草木の減少と同様に、雑草木現存量の増加に影響を与えているといえる。

III 雑草木群落の垂直構造と環境

前章までに述べたような、種および生育型で類型化された植物群や現存量の変遷は、群落内の環境条件を変化させ、一度形成された環境はその後の植物群落の動態に強く影響することが植物の物質生産機構との関連で論じられている^{11,29)}。しかし、幼齢造林地におけるこの種の研究例は少ない。

そこで、幼齢造林地における雑草木群落の垂直構造とこれによって変化する群落内の環境要因のうち最も重要である光条件との関係について、先に述べた生育型別の雑草木群落の中で特に典型的な群落であるアラカシ (アカガシ型)、ベニバナボロギク (ベニバナボロギク型)、ススキ (ススキ型) の各純群落、つい

Table 7. C 系列における処理別雑草木現存量
Standing crop of weed under the different weeding treatment
in 5-year-old Sugi stand in the C series

スギからの距離 (cm) Distance of plot from planted Sugi	現 存 量 Standing crop (g/m ²)		
	全 刈 区 Clear cutting	筋 刈 区 Belt cutting	放 置 区 Non-cutting
25 (i)*	305 132~464	310 40~600	785 184~1310
75 (ii)*	746 380~828	570 216~1180	1350 318~2270
125 (iii)*	702 209~972	2338 684~4740	3340 594~4554

* Fig. 10 参照 See Fig. 10.
平均 Average
最小~最大 Min.~Max.

Table 8. 生産構造および相対照度の調査地と主要群落構成種
Location of plots and main component species in each plot.

調査区番号 Plot No.	年月日 Date	調査地 Location	主要な構成種 Main component species
1	'73 29 July	森ヶ内 Moriga- uchi	クマノミズキ <i>Cornus brachypoda</i> , ヤクシソウ <i>Youngia denticulata</i> , other 5
2	"	"	ナガバモミジイチゴ <i>Rubus palmatus</i> , キブシ <i>Stachyurus praecox</i> , other 14
3	"	"	ヤクシソウ <i>Youngia denticulata</i> , ベニバナボロギク <i>Crassocephalum crepidioides</i> , other 11
4	30 July	"	ワラビ <i>Pteridium aquilinum</i> , ススキ <i>Miscanthus sinensis</i> , other 13
5	2 Aug.	"	ススキ <i>Miscanthus sinensis</i> , ヤブツバキ <i>Camellia japonica</i> , other 11
6	"	"	ヒサカキ <i>Eurya japonica</i> , アラカシ <i>Quercus glauca</i> , other 9
7	"	"	アラカシ <i>Quercus glauca</i> , ススキ <i>Miscanthus sinensis</i> , other 6
8	"	"	ヒサカキ <i>Eurya japonica</i> , ススキ <i>Miscanthus sinensis</i> , other 4
9	3 Aug.	"	キブシ <i>Stachyurus praecox</i> , ススキ <i>Miscanthus sinensis</i> , other 8
10	6 Aug.	"	ススキ <i>Miscanthus sinensis</i> , アラカシ <i>Quercus glauca</i> , ヤブムラサキ <i>Callicarpa mollis</i> , other 7
11	"	"	ハイノキ <i>Symplocos myrtacea</i> , ガクウツギ <i>Hydrangea scandens</i> , ヒサカキ <i>Eurya japonica</i> , other 7
12	"	"	ススキ <i>Miscanthus sinensis</i> , ヒサカキ <i>Eurya japonica</i> , other 8
13	"	"	ウラジロガン <i>Quercus salicina</i> , ヒサカキ <i>Eurya japonica</i> , other 3
14	25 June	宿毛 Sukumo	ウラジロガン <i>Quercus salicina</i> , ヤブムラサキ <i>Callicarpa mollis</i> , other 18
15	"	"	ヤブムラサキ <i>Callicarpa mollis</i> , ススキ <i>Miscanthus sinensis</i> , other 20
16	"	"	ススキ <i>Miscanthus sinensis</i> , ツブラジイ <i>Castanopsis cuspidata</i> , other 8
17	5 June	高知 Kôchi	エノコログサ <i>Setaria viridis</i> , ツユクサ <i>Commelina communis</i> , other 21
18	"	"	ドクダミ <i>Houttuynia cordata</i> , ヒメムカシヨモギ <i>Erigeron canadensis</i> , other 18
19	"	"	ツルマメ <i>Glycine soja</i> , エノコログサ <i>Setaria viridis</i> , other 11
20	"	"	ツルマメ <i>Glycine soja</i> , ヨモギ <i>Artemisia princeps</i> , other 15
21	"	"	ツルマメ <i>Glycine soja</i> , コブナグサ <i>Arthraxon hispidus</i> , other 15
22	"	"	ヨモギ <i>Artemisia princeps</i> , ツルマメ <i>Glycine soja</i> , other 16
23	'74 19 July	"	アラカシ <i>Quercus glauca</i>
24	5 Aug.	"	ベニバナボロギク <i>Crassocephalum crepidioides</i>
25	"	"	ベニバナボロギク <i>Crassocephalum crepidioides</i>
26	18 July	"	ススキ <i>Miscanthus sinensis</i>

でこれらの混合群落で検討し, その時間的変化と生育型で類型化された植物群の変遷との関連を考えた。

(1) 調査方法

(a) 調査1 群落内の相対照度の測定

A, B 両系列の雑草木群落の中から Table 8 に示したような調査区を設け, 地表および 20 cm の層ごとに, 群落相対照度計を用いて, 1 層あたり 10~100 点の照度を裸地と同時に測定し, 読み取り数値を相対照度に換算した。測定は正午を中心に午前, 午後 2 時間以内に行い, 天候は Plot 9 の晴天の調査日を除き, 他はほぼ曇天時に行った。

(b) 調査2 群落の垂直構造

照度を測定した後, Table 8 に示した調査日時に, (50×50)cm² または (100×100)cm² の枠内のシダ植物より高等な植物を種ごとに層別刈取り法²⁾により, 群落高の低いものは地際から 20 cm, 高いものは 50 cm ごとに主幹を切り離し, 葉, 枝に分け, それぞれ 80°C の熱風乾燥機で 7 日間乾燥させ重量を測定した。なお一部は一定面積の植物を根元から刈取り, 実験室に持ち帰り, 前記と同様に層ごとに区分したのものもある。葉の一部は, 葉面積指数を求めるために, 林電工製の自動葉面積計で葉面積を測定し, 比面積 (SLA) を求めた。

(2) 結果と検討

(a) 生産構造と光環境

(i) 純群落の生産構造と相対照度

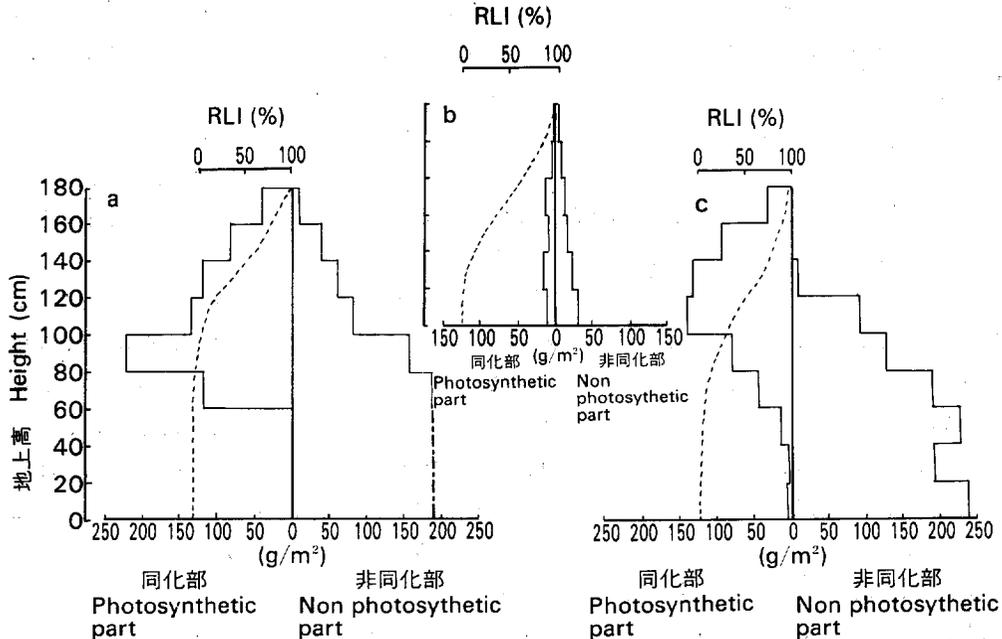


Fig. 11. 各群落の生産構造と相対照度の垂直分布
Production structure of pure stand.

- a : アラカシ 群落 *Quercus glauca* community (Plot 23).
- b : ベニバナボロギク 群落 *Crassocephalum crepidioides* community (Plot 24).
- c : ススキ 群落 *Miscanthus sinensis* community (Plot 26).

---: 相対照度 Relative light intensity (%).

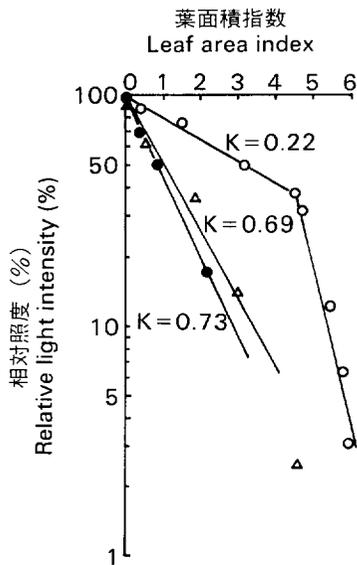


Fig. 12. 純群落の葉面積指数と相対照度の関係

Relation ship between leaf area index and RLI in pure community.

- : ススキ群落
Miscanthus sinensis (plot 26).
- △: ベニバナボロギク群落
Crassocephalum crepidioides (plot 24).
- : アラカシ群落
Quercus glauca (plot 23).
- K: 吸光係数
Light extinction coefficient.

アラカシ (Plot 23), ススキ (Plot 26), ベニバナボロギク (Plot 25) の各純群落の生産構造と群落内で測定した相対照度を Fig. 11 に示した。アラカシ群落は、約 30 年生のアラカシ林を 2 年前に伐倒した萌芽再生林で自然放置されていた。ススキ, ベニバナボロギク群落は、ともに林業試験場四国支場構内のものである。アラカシ群落の高さは 180cm で、最多葉層は 80~100 cm の位置にあった。上層からの葉重の増加はゆるやかであるが、最大葉層を過ぎてからの葉量は 60 cm 以下ではほとんどなく、刈取りを省略した。群落内の相対照度の減少は、図の左側に点線で示すように著しい。なお、吸光係数は 0.73 であった (Fig. 12)。

ススキ群落の高さは 180 cm で、最多葉層は 100~120 cm の位置であった。アラカシ群落の葉層分布にくらべると、最多葉層の葉重はかなり少なく、また最多葉層を過ぎてからの葉重の減少は比較的ゆるやかであった。群落内の相対照度は、アラカシ群落のそれよりも減少の仕方がゆるやかで、吸光係数も 0.22 と小さく (Fig. 11, 12), 典型的なイネ科型草本の値の範囲に含まれる。しかし、吸光係数の値は、葉面積指数 4.5 付近から変化していた (Fig. 12)。これは非同化部と枯死部分の光の吸収によって、みかけの吸光係数が大きくなるためであろう^{11,66)}。

ベニバナボロギク群落の高さは 120 cm で、最多葉層は 60~80 cm の位置にあるが、これ以下の層でも最多葉層の葉重とほとんど変わっていなかった。群落内の相対照度の減少は比較的ゆるやかで、吸光係数は 0.69 であった (Fig. 12)。

広葉型草本の吸光係数は一般に 0.7~1.0¹¹⁾ であり、この点からみるとアラカシ群落とともに広葉型草本の生産構造を示しているといえよう。吸光係数の大きい広葉型草本の生産構造は葉群が群落上層に集中し、下層の葉は枯れ上がって少なくなる⁶⁶⁾。したがって、このベニバナボロギクの群落もさらに発達した段階では下層の葉は枯れ上がってくるものと思われ、ここでの生産構造図はまだ発達途中の群落といえよう。

すでに述べたように下刈を行うと、ススキ型の草本が増加してくる (Table 3)。ススキ型の群落では、吸光係数が小さく、同じ葉面積密度を持つ広葉型の植物群落にくらべて、群落内に透過する光は相対的に多く、混在する植物の生長に対する影響は広葉型の群落にくらべて少ないであろう。

(ii) 混合群落の生産構造と相対照度

混合群落の例として、木本を主とする群落 (Plot 14), ススキを主とする群落 (Plot 15), 木本とススキを主とする群落 (Plot 16) の生産構造と群落内の相対照度を Fig. 13 に示した。各区の葉層の左側にある数字はその層に出現する植物の種数である。

木本を主とする群落の葉重分布は、多種混合群落であるにもかかわらず、先に述べたアラカシ純群落の生産構造と似ており、下層に向ってゆるやかに葉重が増加し、40~60 cm の高さの位置が最大葉重の層と

なっていた。

ススキを主とする群落は木本を主とする群落と対照的に比較的上層で最大葉重を持つ層が現れ, それ以下では急速に葉重が減少していた。これは, すでに述べたススキ純群落の生産構造の上層部がつぶれた形となっているためである。

木本とススキを主とする群落では, 同程度の葉重の層が三つ続き, 上記の二つの群落が混合したような形となった。これはゆるやかな葉重の垂直的变化を示す典型的なススキ群落の生産構造と木本群落の例として示したアラカシ群落の最大葉重を持つ層の葉が, 生長の早いススキの混入により光条件が悪くなった結果, 葉量が減り上層から下層までほぼ等しい葉量となった木本群落とによって合成された構造といえる。

群落内の相対照度は, 木本を主とする群落では減光率が大きく, 吸光係数は1.16 (Fig. 14) でアラカ

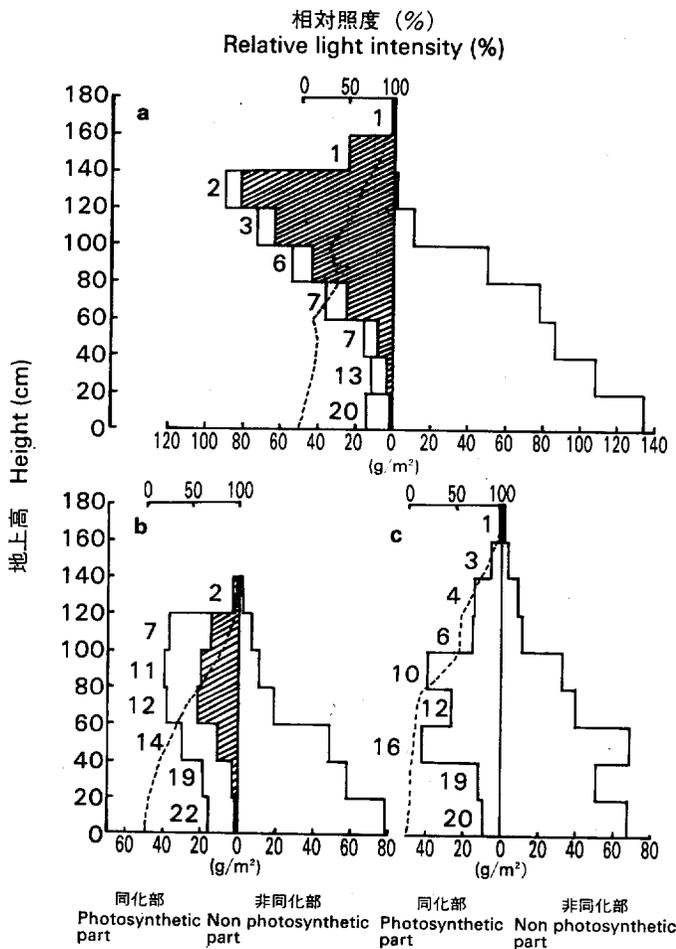


Fig. 13. 混合群落の生産構造と相対照度の垂直分布

Production structure of mixed community.

- a : ススキを主とする群落 Dominant species : *Miscanthus sinensis* (Plot 14).
 b : ススキと木本を主とする群落 Dominant species : *M. sinensis* and woody plant (Plot 15).
 c : 木本を主とする群落 Dominant species : Woody plant (Plot 14).

斜線はススキの葉量, 他の種は Table 9 参照。

Hatched shows the leaves of *M. sinensis*, leaf amount of other species is Table 9.

左側の数字はその層に出現する種数

Numerals of each horizontal column in figure show species number in each layer.

Table 9. 混 合 群 落 の
Vertical distribution of dry matter

群落名 Community name		木本を主とする群落								
種名 Species	生育型 Growth form	ヒメムカシヨモギ <i>Erigeron canadensis</i>	ヤブムラサキ <i>Callicarpa mollis</i>	ススキ <i>Miscanthus sinensis</i>	エゴノキ <i>Styrax japonica</i>	カラサザンショウ <i>Zanthoxylum ailanthoides</i>	キシ <i>Stachyurus praecox</i>	ヤマノイモ <i>Dioscorea japonica</i>	ノブドウ <i>Ampelopsis brevipedunculata</i>	ヤブヤマ <i>Amblicarpha edgeworthii</i>
階層 Strata (cm)		a	d	b	f	e	d	h	h	h
0~20	—	—	0.2	0.1	—	—	—	—	—	0.0
20~40	0.1	0.1	0.3	0.1	—	—	—	—	—	—
40~60	—	—	4.2	—	—	—	0.4	—	1.1	0.1
60~80	—	—	3.5	—	—	—	0.9	—	—	0.1
80~100	—	—	5.4	—	—	1.8	0.1	—	0.4	—
100~120	—	—	1.4	—	0.2	—	—	—	—	—
120~140	—	—	4.3	—	—	—	—	0.0	—	—
140~160	—	—	4.5	—	—	—	—	—	—	—
160~180	—	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—

群落名 Community name		ススキを主とする群落								
種名 Species	生育型 Growth form	ホウロクイチゴ <i>Rubus sieboldii</i>	アブラギリ <i>Aleurites cordata</i>	ヘクソカズラ <i>Paederia scandens</i> var. <i>mairei</i>	サルトリイバラ <i>Smitax china</i>	ヤマノイモ <i>Dioscorea japonica</i>	モチノキ <i>Ilex integra</i>	ヌルデ <i>Rhus javanica</i>	アカメガシラ <i>Mallotus japonicus</i>	キクハムドコロ <i>Dioscorea septemloba</i>
階層 Strata (cm)		h	e	h	h	h	g	e	e	h
0~20	0.1	—	—	—	—	—	0.6	0.1	0.1	0.4
20~40	1.3	0.1	1.2	—	—	—	—	0.3	0.1	—
40~60	—	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—
60~80	—	—	1.1	—	—	—	—	—	—	—
80~100	—	—	0.6	2.5	0.0	—	—	—	—	—
100~120	—	—	0.0	2.6	—	—	—	—	—	—
120~140	—	—	—	0.7	—	—	—	—	—	—
140~160	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
160~180	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

群落名 Community name		木本とススキを主とする群落									
種名 Species	生育型 Growth form	ススキ <i>Miscanthus sinensis</i>	クマノハ <i>Cornus brachypoda</i>	コウゾ <i>Broussonetia kazinoki</i>	ヌルデ <i>Rhus javanica</i>	ヤブツバキ <i>Camellia japonica</i>	フユイチゴ <i>Rubus buergeri</i>	エビガライチゴ <i>Rubus phoenicolasius</i>	アブラギリ <i>Aleurites cordata</i>	コムラサキ <i>Callicarpa dichotoma</i>	ツルウメモヨタキ <i>Celastrus orbiculatus</i>
階層 Strata (cm)		b	f	d	e	g	h	h	e	d	h
0~20	1.2	0.2	0.4	—	—	0.3	5.9	0.0	0.0	—	—
20~40	3.6	0.7	0.3	0.2	0.2	1.9	1.3	0.3	—	0.7	0.0
40~60	11.3	1.5	0.1	1.0	1.0	1.8	—	0.9	—	1.7	—
60~80	22.5	1.0	—	—	—	1.1	—	0.4	—	2.4	—
80~100	21.9	0.5	—	—	1.4	—	—	0.5	—	0.7	—
100~120	15.4	—	—	—	—	—	—	—	—	0.1	—
120~140	1.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

* 生育型記号は Fig. 4 参照, Growth form : See Fig. 4.

種別の葉重

of leaf in mixed weed community.

(g/m²)

Community type with woody plant dominated

ヤマ イバラ ラ <i>Rosa sambucina</i>	ナガ バ モ ジ イ チ ゴ <i>Rubus palmatus</i>	ヌ ル デ <i>Rhus javanica</i>	ヒ メ ジ ョ オ ン <i>Erigeron annuus</i>	マ ツ ブ サ <i>Schisandra repanda</i>	ツ ブ ラ ジ イ <i>Castanopsis cuspidata</i>	コ ウ ツ <i>Broussonetia kazinoki</i>	ハ シ リ ド ロ コ <i>Scopolia japonica</i>	ウ ラ ジ ロ ガ シ <i>Quercus saicina</i>	ア カ メ ガ シ ワ <i>Mallotus japonicus</i>	ク サ キ <i>Clerodendrum trichotomum</i>
h	c	e	a	h	g	d	i	g	e	d
3.4	0.4	0.0	0.1	—	0.6	0.1	—	4.2	—	—
0.4	0.3	—	—	—	4.5	0.1	0.0	5.3	—	0.0
5.0	0.1	0.1	—	—	22.8	2.1	0.1	6.3	0.6	—
—	—	—	—	—	—	0.3	—	21.3	0.3	—
—	—	—	—	—	3.6	2.5	—	24.7	—	—
—	—	—	—	0.2	1.5	1.3	—	10.6	—	—
—	—	—	—	0.7	—	5.0	—	4.7	—	—
—	—	—	—	—	—	1.2	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Community type with *Miscanthus sinensis* dominated

シ シ ガ シ ラ <i>Blechnum niponicum</i>	ホ ラ シ ノ ブ <i>Sphenomeris chinensis</i>	タ ケ ニ グ サ <i>Macleaya cordata</i>	ヤ ブ ム ラ サ キ <i>Callicarpa mollis</i>	コ ウ ゾ <i>Broussonetia kazinoki</i>	ホ ソ バ カ ナ ワ ラ ビ <i>Rumohra aristata</i>	チ ヂ シ ン ザ サ <i>Optismenus undulatifolius</i> var. <i>japonicus</i>	テ イ カ カ ズ ラ <i>Trachelospermum asiaticum</i>	エ ゴ ノ キ <i>Syrax japonica</i>	ス ス キ <i>Miscanthus sinensis</i>	ツ ブ ラ ジ イ <i>Castanopsis cuspidata</i>
i	i	a	d	d	i	i	h	f	b	g
1.5	0.9	0.1	0.3	0.0	1.6	1.2	0.0	0.1	2.5	4.3
—	—	0.1	0.6	—	—	0.0	—	0.1	3.8	5.4
—	—	0.2	0.8	—	—	—	—	—	11.3	1.0
—	—	0.2	1.7	—	—	—	—	—	28.9	4.4
—	—	—	1.1	—	—	—	—	—	47.2	3.2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	70.6	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	90.7	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	24.2	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0	—

Community type with *M. sinensis* and woody plant dominated

ホ ソ バ カ ナ ワ ラ ビ <i>Rumohra aristata</i>	ホ ソ バ マ タ ブ <i>Machilus japonica</i>	タ ラ エ ラ キ <i>Araia elata</i>	ヒ サ カ キ <i>Eurya japonica</i>	ツ ブ ラ ジ イ <i>Castanopsis cuspidata</i>	タ ケ ニ グ サ <i>Macleaya cordata</i>	ヤ マ ザ ク ラ <i>Prunus jamasakura</i>	ア カ メ ガ シ ワ <i>Mallotus japonicus</i>	ヤ ブ ム ラ サ キ <i>Callicarpa mollis</i>	ナ ガ バ モ ジ イ チ ゴ <i>Rubus palmatus</i>	チ ヂ シ ン ザ サ <i>Optismenus undulatifolius</i> var. <i>japonicus</i>	ネ ズ シ ノ モ チ <i>Ligustrum japonicum</i>
i	g	e	g	g	a	f	e	d	c	i	g
1.0	0.7	—	0.9	4.1	—	—	—	0.2	0.1	1.1	—
0.4	4.9	—	0.7	2.4	0.3	—	—	0.1	—	0.1	—
—	8.0	—	1.1	0.9	—	0.8	—	0.7	—	—	—
—	9.0	—	—	—	—	1.2	—	0.4	—	—	—
—	6.4	0.5	—	—	—	3.2	2.8	0.2	—	—	—
—	10.7	—	—	—	—	4.6	3.8	0.2	—	—	2.7
—	—	—	—	—	—	1.8	—	—	—	—	—

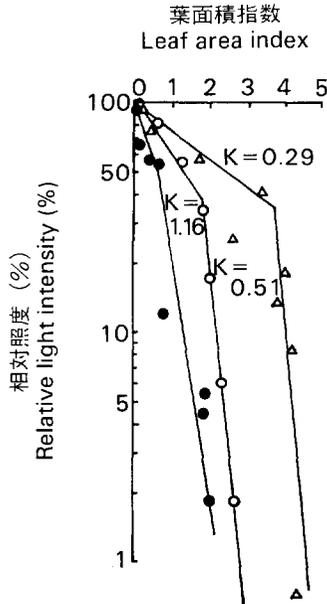


Fig. 14. 混合群落の葉面積指数と相対照度の関係
 Relationship between leaf area index and relative light intensity of mixed community.
 a : ススキを主とする群落
 Dominant species : *Miscanthus sinensis* (Plot 14).
 b : ススキと木本を主とする群落
 Dominant species : *M. sinensis* and woody plant (Plot 15).
 c : 木本を主とする群落
 Dominant species : Woody plant (Plot 14).
 K : 吸光係数
 Light extinction coefficient.

シ群落よりも大きく、典型的なフキのような大型の葉をもつ広葉型草本の群落構造を示した。吸光係数は種に特有な葉の配列状態、葉の大きさ、葉の光反射、透過率によって規定され、とりわけ葉の傾きがこれに最も大きく寄与している¹⁴⁾。このような点から構成種についてみると、木本群落では主に葉群はコウゾ、ヤブムラサキ、ウラジログシ、ツブラジイなどによって構成さされていた (Table 9)。これらはいずれも葉の傾きが水平に近い広葉型の木本であった。一方、この群落の上部の吸光係数 1.16 の値は、葉面積指数が約 0.8 で折れ曲がり、これから下の葉群内ではわずかに大きくなっていった。この変曲点の地上高は約 110 cm の位置となるが、これより上方には 6 種が葉を展開していた。しかし、大部分はウツギ型のヤブムラサキ、アカメガシワ型のコウゾからなる葉群であった。また、110 cm より下層には上方にある種とは別に 13 種が存在したが、葉群を構成する主な種はウツギ型とは葉質の異なるアカガシ型のウラジログシ、ツブラジイなどで、これらは上層には少なかった (Table 9)。

ススキを主とする群落は、典型的ないわゆるススキ型を示し、この群落の上層部はほとんどススキが占めていた (Table 9)。吸光係数は 0.29 で (Fig. 14)、ススキ純群落とほぼ等しい値であった。この群落も葉面積指数 4.5 付近で、吸光係数が大きくなっていった。この位置は地上高で約 120 cm であった。この高さより下層にある種は 18 種で、すべて垂直葉型のススキとは異なり、水平葉に近い葉を持つウツギ型のヤブムラサキ、アカガシ型のツブラジイなどであった (Table 9)。

木本とススキを主とする群落は、両型の葉群の特徴が反映して、吸光係数も前記二つの群落の中間的な 0.51 を示した (Fig. 14)。この群落も葉面積指数 1.8 付近より、吸光係数が変化していた。この位置は地上 80 cm の高さで、これより上層にある種はススキ型のススキ、アカメガシワ型のアカメガシワ、エゴノキ型のヤマザクラ、アカガシ型のホソバタブ、ヤブニッケイなどが混在していた (Table 9)。また、これより下方にある種は 11 種あったが、葉群は大部分上方に存在する木本で構成され、下方ほどススキにくらべ木本の葉重が多くなっていった。したがって、これらの群落の吸光係数の変化は、変化点の上下に存在する植物群の葉質の違いによってもたらされたと思われる。

(iii) 群落の変遷と生産構造の変化

雑草木群落の生産構造は, 季節的な生長に伴って変化する²⁷⁾²⁸⁾。また, すでに述べたように年を単位としても, 種の交代と群落交代に (Table 4, 5) 伴って変化する¹⁰⁾²⁹⁾。

ススキ型あるいはススキ-木本型の混合群落ではススキ型純群落の特徴が良くあらわれ, 群落下層の光条件は比較的良く, 群落内に耐陰性の強いといわれる種から弱いといわれる種まで多数の種が混在していた (Table 9)。また, 木本型混合群落ではウツギ型の下層にアカガシ型の種が混在していた (Table 9)。これらの群落では群落構造と光条件, 種の持つ耐陰性, 生育型の違いなどから, ススキあるいはススキ-木本型混合群落では, 将来ススキの草丈より高くまで生長する木本型にvari, 木本型混合群落では耐陰性の強いアカガシ型²⁸⁾に移行することが容易に推測できる。このような種の交代にも伴う群落の生産構造の変化をさらに詳しく解析するために, スギ植栽後の雑草木の生産構造の経年変化を調べた。Fig. 15にその例として1年, 3年, 5年および10年目の生産構造, Table 10, 11にこれら生育型別の葉重の垂直分布を示した。5年目は下刈と無下刈の両者を示した。10年目の生産構造は, スギ植栽後5年間毎年1回下刈をした後, 5年間放置した雑草木群落から得た。各図の葉層側の数字は (Fig. 13)と同様各層

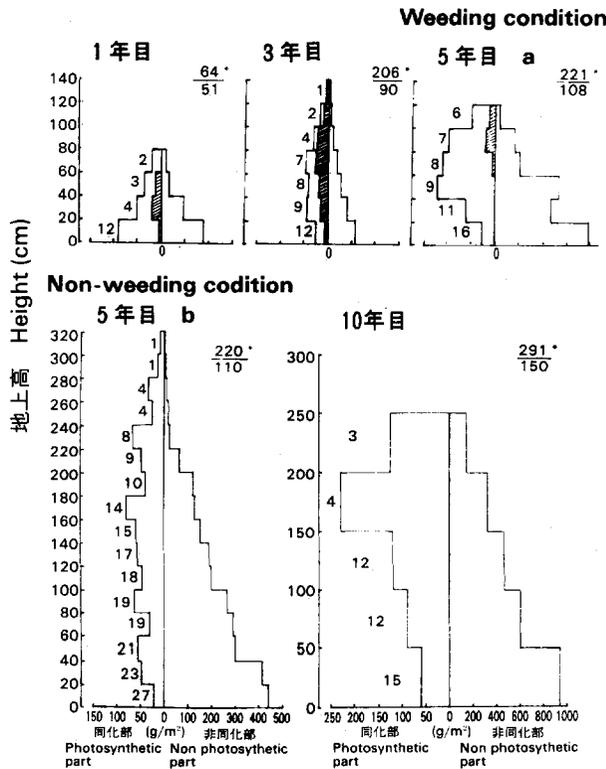


Fig. 15. 雑草木群落の生産構造の経年変化

Yearly change of production structure of weed community.

左側の数字はその層に出現する種数

Numerals of each horizontal column in figure show species number in each layer.

////: ススキ型の葉重分布, 他の生育型の葉重分布は Table 10, 11 に示す。

Hatched shows the *M. sinensis* and the other species is shown Table 10, 11.

*: $\frac{\text{スギの樹高}}{\text{スギの最大樹冠幅}}$ $\frac{\text{Height of planted Sugi}}{\text{Maximum crown diameter}}$

Table 10. スギ 1 年生および 3 年生の林地の雑草木群落における
生育型別葉重の垂直分布 (g/m²)
Vertical distribution of dry matter of leaf (g/m²) in weed
community classified by growth form.

林 齢 Stand age (Year)		1 年 生 1-year-old							3 年 生 3-year-old									
生 育 型 Growth form*		ベ ロ ギ バ ク ナ ボ	ス ス キ	ク マ イ チ ゴ	ウ ツ ギ	ア カ メ ガ シ ワ	エ ゴ ノ キ	ア カ ガ シ	チ ヂ ミ ザ サ	ベ ロ ギ バ ク ナ ボ	ス ス キ	ク マ イ チ ゴ	ウ ツ ギ	ア カ メ ガ シ ワ	エ ゴ ノ キ	ア カ ガ シ	ツ タ	チ ヂ ミ ザ サ
種 数 Number of species		3	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	3	1	1
地 上 高 度 (cm)	0~ 20	13.6	5.2	6.7	—	1.0	0.4	62.7	3.6	1.2	7.5	—	—	—	—	—	2.1	11.3
	20~ 40	1.6	24.3	6.7	4.5	—	—	24.0	—	—	15.4	3.1	4.2	—	4.6	13.2	—	—
	40~ 60	1.9	16.5	—	6.8	—	—	21.1	—	—	19.2	7.5	5.3	—	2.6	5.4	—	—
	60~ 80	8.0	—	—	8.1	—	—	—	—	—	26.9	—	4.5	0.6	4.0	7.2	—	—
	80~100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23.1	—	0.4	—	1.6	5.2	—	—
	100~120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11.3	—	—	—	—	7.7	—	—
	120~140	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8.1	—	—	—	—	—	—	—

* 記号は Fig. 4 参照, Growth form : See Fig. 4.

に出現する種数を示した。

1 年目の葉重分布は、ベニバナボロギク型の生産構造 (Fig. 11) と同じく下層にまで葉があり、階段構造の形となっていた。最下層に出現する種数が多く、上層部ではベニバナボロギク型のベニバナボロギク、ウツギ型のヤブムラサキの 2 種で、中層から下層にアカガシ型 2 種、地上 40 cm 以下の下層にはアカメガシワ型 2 種、ベニバナボロギク型 2 種、ススキ型 1 種、クマイチゴ型 1 種、林内に生えるチヂミザサ型 2 種であった (Table 10)。

伐採後すぐに侵入するベニバナボロギク型と萌芽再生のウツギ型が上層を占め、実生で侵入したススキ、クマイチゴ、アカメガシワの各型の植物が下層に含まれており、再生初期の群落の特徴を良く示していた。

3 年生の毎年下刈を続けた群落の例では (Fig. 15)、群落高は 1 年目の群落より高く、多年生草本のススキ型を主とする群落に変わった。この群落は典型的なススキ型のなかに、ウツギ、クマイチゴ、エゴノキ、アカガシ型などの木本植物が多く混在するススキと木本の混合群落 (Fig. 13) と同じ型の生産構造を示した。この 1 年目から 3 年目への生産構造の変化は、生育型の特徴の項で詳しく述べたとおりススキ型、ベニバナボロギク型などの示す生長様式の違いや下刈によって起こる。

しかし、ススキ型の群落は、吸光係数が小さく、群落内部が比較的明るいので (Fig. 12, 14)、群落の中、下層には多くの生育型の植物の侵入、再生が可能であり (Table 7)、この群落でも中、下層にウツギ型 2 種、クマイチゴ型 1 種、エゴノキ型 2 種、アカガシ型 3 種などが混在していた (Table 10)。

5 年目の同じく年 1 回下刈を続けた群落の例として示した Fig. 15 の 5 年目 a では、3 年目に群落下層にあった木本類の幹や枝からの萌芽の生長はススキの生長より早く、多数の葉をススキの上部に展開し、ススキ型は暗い条件のもとで生長するため衰退してゆく経過が読み取れる。すなわち群落の上、中層

Table 11. スギ5年生および10年生の林地の雑草木群落における生育型別葉重の垂直分布 (g/m²)
Vertical distribution of dry matter of leaf (g/m²) in weed community classified by growth form.

林 齢 Stand age (Year)		5 年 生 下 刈 5-year-old (weeding)							5 年 生 無 下 刈 5-year-old (non-weeding)							10 年 生 10-year-old							
生 育 型 Growth form*	ス	ウ	ア	エ	ア	ツ	チ	ベ	ス	ク	ウ	ア	エ	ア	ツ	チ		ウ	ア	ア	ツ	チ	
	ス	ツ	アカ	エ	アカ	ツ	チ	ベ	ス	ク	ウ	ア	エ	ア	ツ	チ		ウ	ア	ア	ツ	チ	
種 数 Number of species	b	d	e	f	g	h	i	a	b	c	d	e	f	g	h	i		d	e	g	h	i	
	1	1	2	1	9	1	1	1	1	2	4	3	1	8	4	3		5	2	3	2	3	
地 上 高 (cm)	0~20	—	0.6	—	—	12.8	0.1	0.1	—	—	—	—	—	—	—	24.9	0~50	15.6	0.1	19.2	1.4	17.1	
	20~40	—	—	0.7	—	59.6	—	—	3.2	—	17.6	—	—	—	—	30.5							
	40~60	0.9	—	—	0.7	89.4	—	—	—	24.5	10.2	15.3	—	—	—	—	50~100	9.2	—	72.2	2.4	—	
	60~80	3.6	—	—	0.5	112.0	—	—	—	8.5	9.6	11.1	—	—	—	—							
	80~100	13.4	—	1.0	2.4	86.0	—	—	—	—	14.8	33.0	—	4.5	11.8	2.5	100~150	13.3	—	92.1	2.5	—	
	100~120	7.1	—	1.4	2.0	34.2	—	—	—	—	11.3	28.6	—	2.8	5.3	1.2							
	120~140	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15.2	24.4	—	4.1	18.2	1.2	150~200	—	—	225.0	13.8	—	
	140~160	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8.4	7.3	—	21.4	23.8	6.0							
	160~180	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.2	19.5	—	26.0	32.5	2.1	200~250	—	—	111.0	0.1	—	
	180~200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.1	2.4	8.2	25.1	—							
	200~220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.5	8.2	10.6	34.1	—							
	220~240	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.2	—	13.1	35.5	0.0						
	240~260	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.4	14.0	0.8						
	260~280	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.0	25.0	—						
280~300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18.2	—							
300~320	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0	—							

* 記号は Fig. 4 参照, Growth form : See Fig. 4.

造林地における下刈, 除伐, つる切りに関する基礎的研究 (第1報) (谷本)

は、アカガシ型、エゴノキ型、アカメガシワ型などススキ以外の広葉型木本の葉量が大きく (Table 11)、光は中層までに著しく減衰されるため、下層の葉の枯れ上りに伴う葉量の減少が認められた。

5 年目 a の生産構造は、まだススキ-木本型混合群落 (Fig. 13) の型に似ていたが、両者の各層の現存量は、ススキ-木本型混合群落より 5 年目の群落の方がかなり大きい。これはスギの生育の良い所では、スギ植栽後 5 年目になると閉鎖が進み、下層植生は貧弱になる (Fig. 9) ことから、調査地の選定が雑草木の生長を重視してやや乾性土壌のスギ林となったため、ススキの生育よりも木本の生育の方が良かったものと思われる。

下刈を行わない 5 年目の生産構造の例は、前述の C 系列の放置区のものを用いて、Fig. 15, 5 年目 b に示した。年ごとに樹高が高くなる木本類の生長は早く、群落高は下刈されていたものにくらべるとかなり高かった。

全刈区に多いススキ型 (Table 3) はきわめてわずかで、ほとんど木本を主とする群落となり (Table 11)、生産構造図は前記の木本を主とする群落のものに類似していた。

10 年目の雑草木の生産構造図は Fig. 15 に示した。この群落もスギの生長がやや不良な所のものであった。この例では上部 2 層の構成種はアカガシ型のウラジロガシ、ヒサカキとつる型のヤマノイモ、サルトリイバラであった。中層にはアカガシ型のハイノキ、ウツギ型のムラサキシキブ類、キブシ、ガクウツギがあり、ススキ型は枯死株があるだけであった。下層には林内型のシシガシラ、キジノオシダが混在していた (Table 11)。なお、10 年間放置された群落との対比はできなかったが、5 年間無下刈の群落高は 5 年間下刈を続け、その後 5 年間放置された 10 年生の造林地の雑草木群落高よりもかなり高かった。このことから前生林の伐倒後、自然放置されて 10 年経過した雑草木の群落高はかなり高くなる。

ベニバナボロギク型から変った多様な植物群は、ススキ型を除いて下刈によって除去されてしまうか、あるいは毎年萌芽をくりかえして、その場所を支配する樹高に達し得ないのに対して、ススキ型は下刈をうけても毎年株よりの生長によって、支配するに十分な高さや横への広がりや有利性からスギの樹冠が閉鎖しないかぎり下刈によって維持される (Photo. 1)。

しかし、下刈が行われないと長い間ススキ原野として維持されていたものを除いて群落内の光条件のよいススキ型は多数の植物の侵入と再生が始まり (Table 9)、萌芽や側枝の生長が比較的早いウツギ型やアカメガシワ型などを中心として短期間のうちに木本群落に移行する (Fig. 15)。このように各生育型の生長特性が、それぞれの遷移段階のなかで、光条件を良くするのに有利であるか、または不利になる結果、優占種群 (生育型の異なる種) の交代を進行させているといえよう。

(b) 雑草木群落内の光分布

前章では、雑草木群落内の光条件の垂直変化と雑草木の種及び群落の変遷との関係について述べたが、雑草木群落内の光の垂直変化は、その中に植栽されたスギの生長に対しても影響を与える。ここでは、雑草木群落内の光条件を水平方向と垂直方向とに分けて考察し、さらに種々の雑草木群落内における任意の位置での相対照度推定の可能性について検討した。

(i) 純群落での相対照度の水平分布

アラカシ (Plot 23)、ススキ (Plot 26)、ベニバナボロギク (Plot 24) の各純群落の層別刈取りを行った各層で、刈取り前に測定した 100 点ずつの相対照度の度数分布を Fig. 16 に示した。相対照度の区分はいずれも 10% きざみとした。図から明らかなように、相対照度の水平分布様式は、どの群落でも最上

層部では明るい照度側にモードがずれる J 型となった。第 2 層以下の中層では, ランダムな幅の広い分布様式となるが, 下層になるにしたがって次第に暗い照度に集中し, L 型を経て I 型の分布様式に変わった。

最上層で J 型になる傾向は, 群落を構成する種によって多少異なるが, いずれも良く似ていた。第 2 層から最下層にかけての分布様式も基本的には, 三つの群落で同じような型となった。しかし, これらの群落の中で吸光係数が一番大きく, 群落内部への透過光が比較的早く減少するアラカシ群落では J 型から L 型さらに I 型への変化の位置が一番高かった。一方, 吸光係数の小さいススキ型では, 透過光の減少が遅く I 型となる位置が最も低かったが, ベニバナボロギク型はほぼ中間的な変化を示した。

(ii) 混合群落における相対照度の水平分布

混合群落の水平分布の例としてキブシ, コアカソ, ススキを主とする群落 (Table 8, Plot 9) の全光条件下と散光条件下での相対照度の水平分布を Fig. 17 に示した。各層の水平分布は, 全光, 散光条件とも, 前述のアラカシ純群落と似た傾向を示した。しかし全光条件では最下層まで L 型となるが, 散光条件では L 型から I 型となった。

これは全光条件下においては, 群落内に直射光の投入による光斑が生じ, ところどころ照度の高い部分

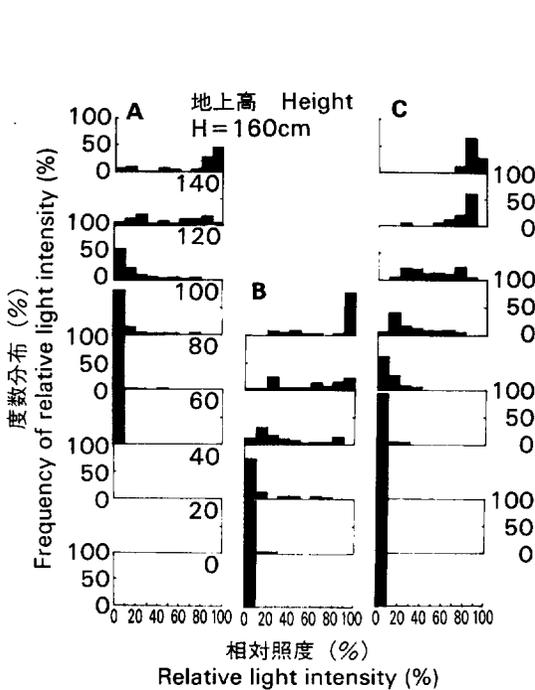


Fig. 16. (A) アラカシ, (B) ベニバナボロギク, (C) ススキ群落の高さ別の相対照度の度数分布

Frequency distribution of relative light intensity at different height of (A) : *Quercus glauca*, (B) : *Crasoscephalum crepidioides*, (C) : *Miscanthus sinensis* community.

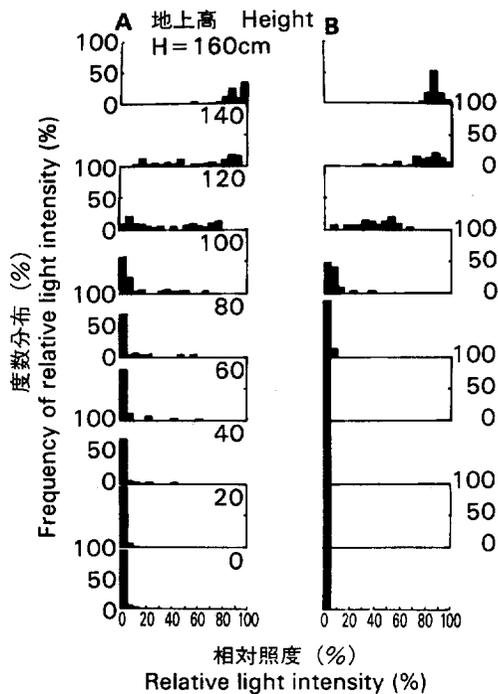


Fig. 17. キブシ, コアカソ, ススキ混合群落 (Plot 9) の全光と散光条件下における相対照度の度数分布

Frequency distribution of relative light intensity at different height of mixed community (plot 9).

- A : 全光条件 Under direct and difused lights condition.
- B : 散光条件 Under diffused light condition.

ができるためである。

各群落内での相対照度の水平分布が分散の大きい分布から L 型分布となる位置は、生産構造との関連でみるといずれも最多葉層付近よりやや下層にあり、前述した吸光係数の変化する地上高とはほぼ等しかった。

(iii) 相対照度の垂直分布と生産構造との関係

これまでに述べた雑草木群落を含めて、Table 8 の調査場所で測定された群落内の平均相対照度と地上高との関係と吸光係数を Table 12 に示した。この表の中で群落高が比較的低い群落 Plot 2, 10, 17, 19, 20, 22 の相対照度は、地上高が低くなるにつれてゆるやかに減少していた。しかし、同じように群落高の低い Plot 3, 18 の群落では、ある地上高までは相対照度が急激に減少し、その後は地上高が低くなくても、相対照度が低くなるため変化が少なかった。

これらの群落の層別葉面積を Table 13 からみると、相対照度の減少のゆるやかな Plot 2, 10, 20, 22 の最多葉面積の位置は、群落の最下層にあるが、Plot 19 は最下層の一つ上の層にあった。一方、相対照度が急速に減少する Plot 3 は、群落の中層部に最多葉面積層を持つ群落構造であったが、同じ傾向

Table 12. 雑草木群落内の相対照度 (%) と地上高との関係および吸光係数
Relative light intensity (%) at each height and light extinction coefficient of the weed community

Plot*		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	14	15
地 上 高 Height (cm)	0	1.1	3.0	0.1	0.4	0.7	2.6	1.0	2.3	0.0	1.5	1.9	0.8
	20	5.1	14.2	1.8	2.6	1.6	4.2	1.8	4.4	0.0	33.0	5.4	8.6
	40	14.6	45.0	8.7	3.8	3.6	5.1	3.1	5.7	0.1	44.6	4.5	18.7
	60	31.4	77.4	57.6	9.5	26.3	29.8	6.7	8.5	0.3	68.3	8.3	13.5
	80	69.3	93.0	71.6	16.8	50.2	71.3	26.5	25.3	2.7	80.3	12.1	40.8
	100	94.6	—	—	46.2	75.2	82.8	71.7	33.5	6.9	—	55.7	25.9
	120	—	—	—	72.2	75.1	100.0	—	54.5	39.4	—	56.2	58.3
	140	—	—	—	89.8	93.8	—	—	—	70.7	—	67.9	73.8
160	—	—	—	—	—	—	—	—	80.3	—	92.5	98.7	
吸光係数 Light extinction coefficient		0.90	0.37	0.92	0.48	—	1.57	0.44	1.57	0.26	0.85	1.16	0.29
Plot*		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
地 上 高 Height (cm)	0	1.9	1.4	0.0	1.5	0.7	32.0	1.3	—	0.0	0.0	0.7	
	20	6.1	31.7	2.5	16.2	12.0	82.5	22.4	—	2.5	5.7	3.1	
	40	17.3	76.3	30.4	50.5	33.7	—	60.6	—	13.8	12.0	6.3	
	60	35.1	—	—	87.7	67.9	—	86.8	0.0	35.5	29.8	12.2	
	80	57.2	—	—	—	—	—	—	2.6	63.0	54.4	30.6	
	100	82.0	—	—	—	—	—	—	7.8	86.6	83.9	49.3	
	120	96.7	—	—	—	—	—	—	7.3	—	—	77.2	
	140	—	—	—	—	—	—	—	50.6	—	—	88.4	
160	—	—	—	—	—	—	—	77.3	—	—	—		
吸光係数 Light extinction coefficient		0.51	0.31	—	0.12	0.25	0.18	0.36	0.37	0.69	1.29	0.22	

* Plot の概要は Table 8 参照, Outline of each plot is shown in Table 8.

Table 13. (つづき) (Continued)

プロット番号 Plot number		16			17			18		
項目 Item		LA	F	C	LA	F	C	LA	F	C
地 上 高 Height (cm)	0~20	3791.8	16.0	79.5	73591.2	268.4	630.4	78387.6	321.2	191.6
	20~40	3156.7	17.9	58.9	26852.0	116.8	118.0	12865.2	46.8	23.2
	40~60	2400.9	29.8	48.8	8846.4	37.6	31.6	1391.2	6.4	3.6
	60~80	5857.7	38.0	19.4	553.2	2.4	12.4	143.6	1.2	0.4
	80~100	6263.8	38.1	11.0	—	—	—	—	—	—
	100~120	5769.8	37.5	7.1	—	—	—	—	—	—
	120~140	495.7	3.1	1.5	—	—	—	—	—	—
	140~160	—	—	—	—	—	—	—	—	—
160~180	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
プロット番号 Plot number		19			20			21		
項目 Item		LA	F	C	LA	F	C	LA	F	C
地 上 高 Height (cm)	0~20	52230.4	150.4	448.0	51042.0	175.6	389.6	60120.0	253.6	391.2
	20~40	84102.0	152.0	202.0	53313.2	166.4	151.2	7777.6	39.6	26.0
	40~60	54446.8	130.0	114.8	31544.4	106.8	85.6	—	—	—
	60~80	8439.2	25.6	38.0	6087.2	25.6	19.2	—	—	—
	80~100	292.4	1.6	33.6	934.0	5.6	4.0	—	—	—
	100~120	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	120~140	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	140~160	—	—	—	—	—	—	—	—	—
160~180	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
プロット番号 Plot number		22			23			24		
項目 Item		LA	F	C	LA	F	C	LA	F	C
地 上 高 Height (cm)	0~20	82984.0	319.6	622.8	—	—	—	9400.4	41.2	119.6
	20~40	27525.2	122.8	96.4	—	—	—	10188.4	45.2	88.4
	40~60	10368.8	49.2	31.6	—	—	—	7798.4	35.6	62.8
	60~80	2107.6	2.8	24.0	12629.4	117.3	188.6	5964.0	46.4	57.6
	80~100	370.4	—	7.6	22693.8	220.4	160.0	2290.4	12.4	24.0
	100~120	—	—	—	13027.8	133.3	82.8	200.4	0.8	2.4
	120~140	—	—	—	10570.0	118.9	64.2	—	—	—
	140~160	—	—	—	6797.8	81.0	40.4	—	—	—
160~180	—	—	—	3063.9	35.3	12.5	—	—	—	
プロット番号 Plot number		25			26					
項目 Item		LA	F	C	LA	F	C	LA	F	C
地 上 高 Height (cm)	0~20	3055.8	11.6	56.8	984.4	3.6	240.4	—	—	—
	20~40	3785.1	18.2	49.2	676.4	2.8	194.0	—	—	—
	40~60	4919.8	25.8	45.7	1579.2	11.6	232.0	—	—	—
	60~80	3644.9	26.3	30.7	5853.6	44.4	192.8	—	—	—
	80~100	2193.3	19.6	27.0	9551.6	78.0	127.2	—	—	—
	100~120	516.6	3.4	4.5	17336.0	136.0	93.2	—	—	—
	120~140	—	—	—	17292.0	131.2	11.2	—	—	—
	140~160	—	—	—	11358.8	91.2	—	—	—	—
160~180	—	—	—	3675.6	30.8	1.2	—	—	—	
プロット番号 Plot number		11			12			13		
項目 Item		LA	F	C	LA	F	C	LA	F	C
地 上 高 Height (cm)	0~50	14444.0	62.0	619.2	11469.2	61.6	647.2	5449.6	42.8	1644.0
	50~100	16068.0	91.6	248.0	1074.4	7.6	56.4	17753.6	160.0	1138.0
	100~150	13253.6	112.4	202.0	8974.0	71.2	384.4	19800.0	175.6	790.4
	150~200	—	—	—	12392.4	130.0	230.8	66165.6	587.6	750.4
	200~250	—	—	—	11049.2	124.8	103.2	32556.4	319.2	308.8

* 各 Plot の概要は Table 8 参照, Outline of each plot is shown in Table 8.

の Plot 18 は最多葉面積層の位置が最下層にあった。

群落高の高い Plot 4, 5, 9, 14, 15, 23 では, 相対照度は群落の上層部で急激に減少し, 中層から下層にかけては相対照度が小さく変化は少なかった。これらの群落の葉量分布は, いずれも最多葉量層が群落の中層部にあり (Table 13), 大部分の光はこの層までの間に減衰されていた。

(iv) 群落高と任意の相対照度となる地上高との関係

Table 12 に示した各 Plot の層別の相対照度を, 縦軸に群落高, 横軸に相対照度の関係に図示し, なめらかな線で各点を結び, この図から読み取った各群落内の相対照度が 70, 50, 20, 10% になる位置と群落高との関係を, 吸光係数 0.1~0.4 (主にススキ型), 0.5~0.7 (主にススキとアカガシ及びその他混合型), 0.8 以上 (主にアカガシ型) に区分して Fig. 18 a から d に示した。

各図から明らかのように, 相対照度が低くなるにしたがって, ある相対照度になる位置は, 群落高が高いほどよけい高くなった。

このことは前述のいずれの群落でも最上層の相対照度の水平分布が J 型となっていた (Fig. 16, 17) ことと関連し, 葉群の分布は群落上層ほど単純で, 群落の間での差は少ないが, 群落の内部ではおのおのの構造によって複雑に変化し, 群落間での差が大きくなることを意味している。

それぞれの関係について回帰式を求めると Table 14 に示す定数が得られた。これらの式による計算値と実測値の関係は, 大部分相対誤差 ±20% の範囲内にあり (Fig. 19), この式の利用が可能であると判断された。

そこで, これらの回帰式を用いて, 三つに区分した吸光係数の範囲ごとに, 相対照度別に相対地上高 (%) と群落高の関係についてあらわすと, Fig. 20 a, b 図に示したとおりとなり, 任意の群落高からその群落内の相対照度 70, 50, 20, 10% の地上高の推定が可能となった。

同じ手続きによって任意の相対照度の場合も地上高が推定できる。しかし, Fig. 18 a~d から明らかのように, 吸光係数 0.5~0.7 では測定した群落が四つと少なく, また, いずれの吸光係数の範囲においても, 群落の下層ほど回帰直線とのへだたりが大きくなるので, さらに多くの資料を集積し, 吸光係数と混合群落との関係を明らかにしなければならないであろう。

Table 14. 特定の相対照度をもつ群落内の高さ (Y) と群落高 (X) の回帰式 $Y = a + bX$ の定数と相関係数

Relationship between community height (X) and the height (Y) with fixed relative light intensity in the community; $Y = a + bX$

群落型 Community type		ススキを主とする群落 <i>Miscanthus sinensis</i>			ススキと木本を主とする群落 <i>M. sinensis</i> and woody plant			木本を主とする群落 Woody plant		
吸光係数の範囲 Range of classified light extinction coefficient		0.1 ~ 0.4			0.5 ~ 0.7			0.8 ~		
定数 Constant		a	b	r*	a	b	r*	a	b	r*
相対照度 Relative light intensity (%)	70	-16.65	0.85	0.96	-46.00	1.04	0.97	-42.97	1.08	0.97
	50	-23.28	0.81	0.96	-85.00	1.22	0.93	-63.05	1.10	0.98
	20	-37.18	0.74	0.80	-138.50	1.42	0.91	-85.80	1.10	0.92
	10	-60.88	0.92	0.94	-142.50	1.33	0.92	-77.90	0.94	0.84

* 相関係数, Coeff. of correlation.

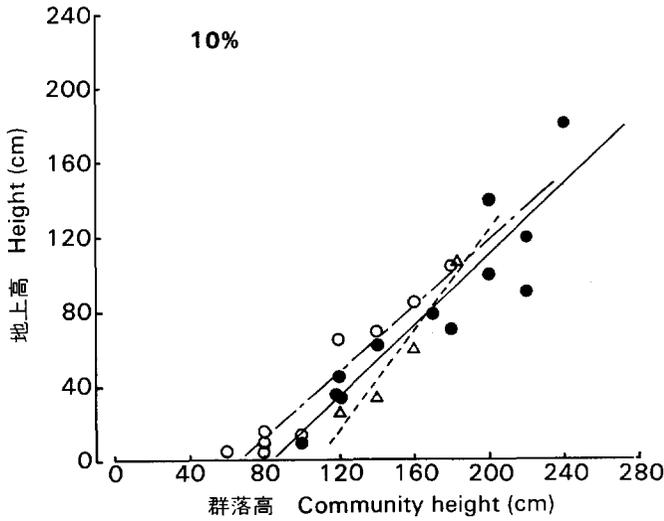


Fig. 18 a. 群落高と相対照度 10% になる地上高との関係

Relationship between community height and height at 10% (RLI) level.

- · — · — ·, ○: 吸光係数 0.1~0.4, 主にススキ型群落
M. sinensis type communities with light extinction coefficient 0.1~0.4.
- - - - -, △: 吸光係数 0.5~0.7, ススキと木本型群落
M. sinensis and woody plant type community with light extinction coefficient 0.5~0.7.
- , ●: 吸光係数 0.8~, 木本型群落
Woody plant type community with light extinction coefficient 0.8~.

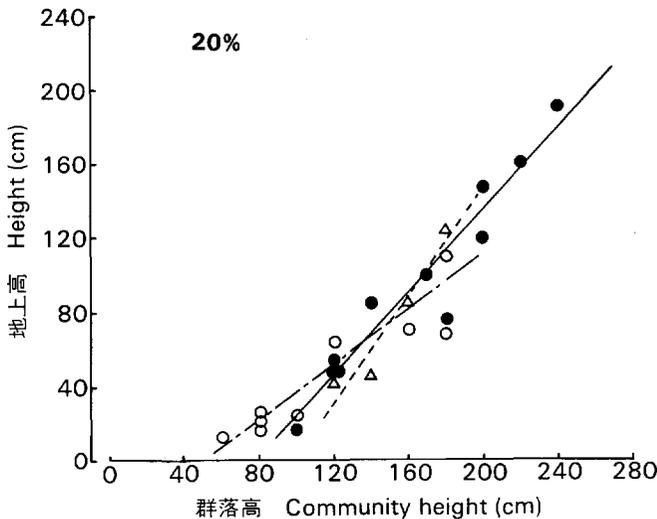


Fig. 18 b. 群落高と相対照度 20% になる地上高との関係

Relationship between community height and height at 20% (RLI) level.

凡例は Fig. 18 a に同じ, Symbols : see Fig. 18 a.

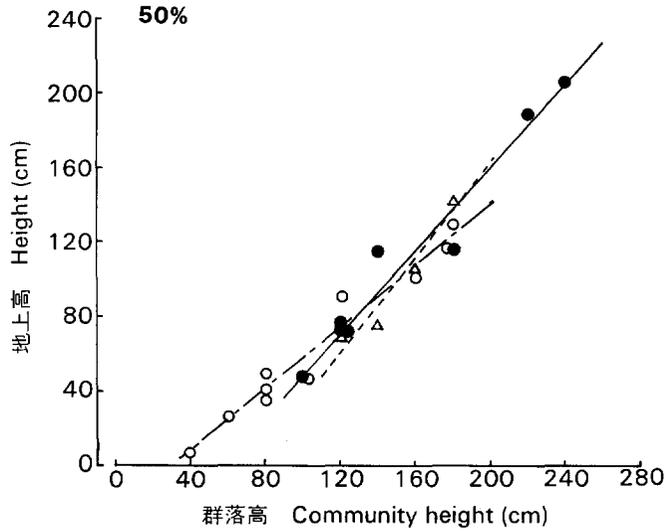


Fig. 18 c. 群落高と相対照度 50% になる地上高との関係
 Relationship between community height and height at 50% (RLI) level.
 凡例は Fig. 18 a に同じ, Symbols : see Fig. 18 a.

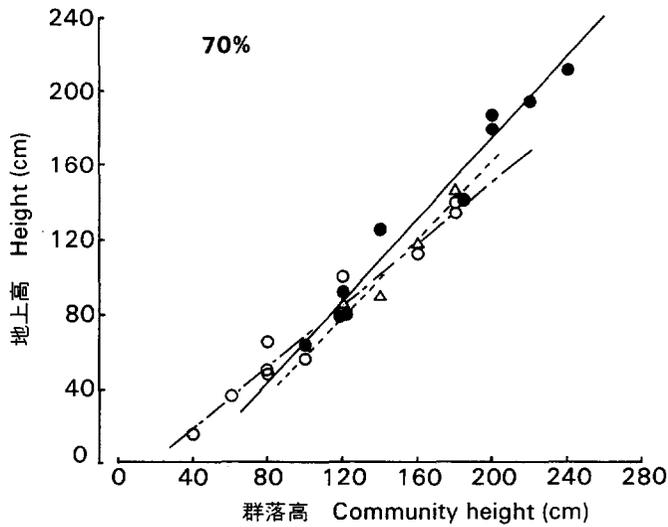


Fig. 18 d. 群落高と相対照度 70% になる地上高との関係
 Relationship between community height and height at 70% (RLI) level.
 凡例は Fig. 18 a に同じ, Symbols : see Fig. 18 a.

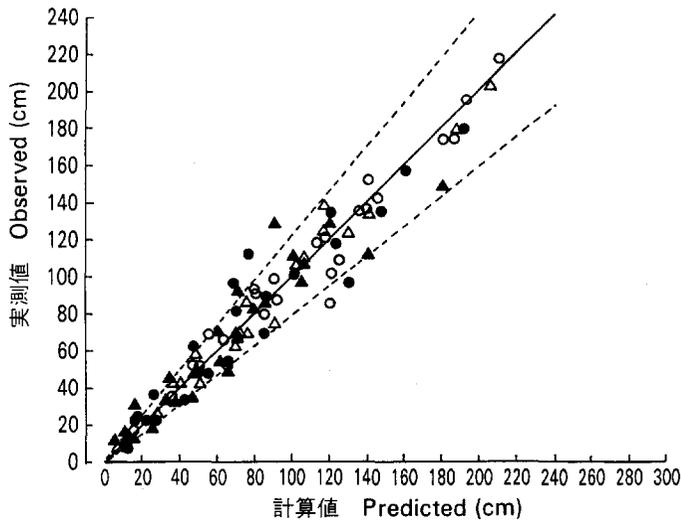


Fig. 19. 計算された相対照度 70, 50, 20, 10% の地上高と実測値との関係

Relationship between observed height and predicted height using Fig. 18 a~d.

点線は相対誤差 ±20% を示す。

Dotted lines show the range of ±20% in relative error.

IV 幼齢造林地におけるスギの生長

(1) 調査方法

材料として用いたスギはすべて、雑草木と同じく A, B 及び C 系列の調査地から得た。調査と試料木の測定は生長休止期の 11 月中旬から 12 月上旬にかけて次の方法によって行った。

(a) 調査 1 毎木調査

A, B 両系列の調査区内において林分の標準的な箇所 (15×15)m² の区画を設け、この区域内のスギのすべてについて樹高 (H), 地際より 20 cm の高さの直径 (D_{0.2}), 最大樹冠幅 (CRD) を測定した。C 系列では、各処理区 (10×10)m² の区域内で、スギの植栽時から 5 年間、毎年樹高 (H), 地上 20 cm の直径 (D_{0.2}), 最大樹冠幅 (CRD) の測定を行った。

(b) 調査 2 現存量調査

D_{0.2} の分布頻度を基に、各調査区から 10 本の試料木を選び、地際より伐倒した。その後、切口から 20, 70, 120 cm の順に 50 cm ごとに幹を切り離し、各層に含まれる枝、葉を幹より分け、それぞれ生重量を測定した。なお、枝が上方に広がっていても、その枝はついている幹の高さの層に全部含めた。

スギは枝と葉の識別が難しく⁶⁷⁾、著者が行ったように、緑色部分はすべて葉とする方法、緑枝でも幹に直接に接している部分は枝として扱う方法⁶⁾、幹に直接に接した枝の先端から 2 節目までを葉とし、それ以下の節に緑枝があってもすべて枝として扱う方法⁶⁾ など研究者によって識別方法に違いがあり定説がない。

しかし、光合成器官としての葉量を推定するには、緑色部分をすべて葉とする方法が良いと考えられ

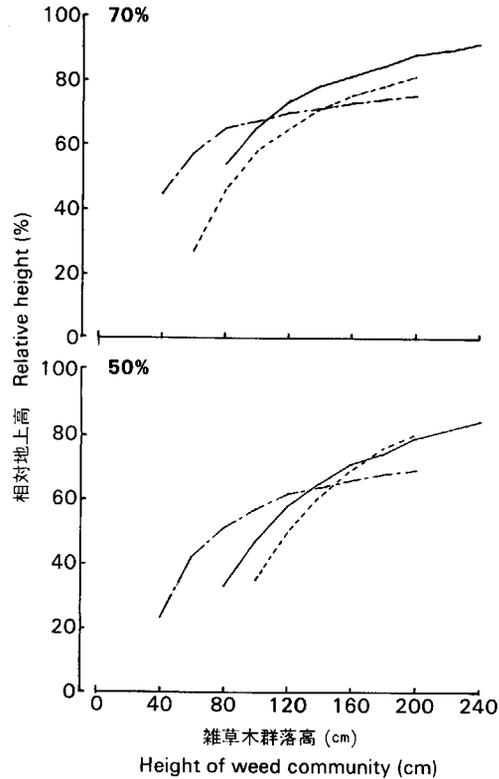


Fig. 20a. 雑草木群落高と相対照度70%と50%になる相対地上高との関係

Relationship between weed community height and relative height to weed community height at relative light intensity 70 and 50%.

- — — : 吸光係数 0.1~0.4 の群落, 主にススキ型群落, Light extinction coefficient $k=0.1\sim0.4$, mixed *M. sinensis* community.
- - - - : 吸光係数 0.5~0.7, 主にススキと木本の群落, Light extinction coefficient $k=0.5\sim0.7$, mixed *M. sinensis* and woody plant community.
- · — · : 吸光係数 0.8~, 木本群落, Light extinction coefficient $k=0.8\sim$, mixed woody plant community.

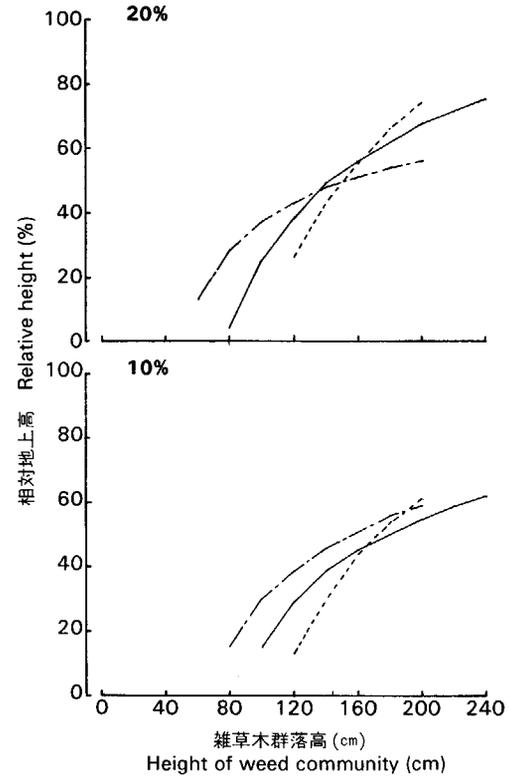


Fig. 20b. 雑草木群落高と相対照度20%と10%になる相対地上高との関係

Relationship between weed community height and relative height to weed community height at relative light intensity 20 and 10%.

- — — : 吸光係数 0.1~0.4 の群落, 主にススキ型群落, Light extinction coefficient $k=0.1\sim0.4$, mixed *M. sinensis* community.
- - - - : 吸光係数 0.5~0.7, 主にススキと木本の群落, Light extinction coefficient $k=0.5\sim0.7$, mixed *M. sinensis* and woody plant community.
- · — · : 吸光係数 0.8~, 木本群落, Light extinction coefficient $k=0.8\sim$, mixed woody plant community.

る。ただし、この方法も木化した部分を含んでいるので最良の方法とはいえないが、この方法を用いた。また、スギでは当年葉と旧年葉との識別は難しいが、本報では当年葉は葉の先端から第 1 節目の部分とし、特に区別の難しい樹冠下層では、枝齡、色調、冬芽の大きさに注意して識別した。この方法を用いて、10 本の試料木のうち任意に選び出した 2 本の個体について当年葉の生重量を層別に測定した。

生重量を測定した各層ごとの枝、旧葉および当年葉の試料から、それぞれ約 150~350 g 程度を分けて生重を測定した後、ビニール袋に入れて実験室に持ち帰り、80°C の熱風乾燥機で 7 日間乾燥した後、乾重を測定し、それぞれの含水率を求めた。また、幹は各層の下端で円板を切り取り、実験室において、乾燥前に樹幹解析を行った後、上記の方法で含水率を求めた。各試料木の器官別乾重は、上記の含水率を基に算出した。

(c) 調査 3 当年生長量

調査 2 で得た値から幹、葉の 1 年間の現存新生増加量を、以下の方法で推定し、これを地上部の当年乾重生長量とした。なお、枝の当年乾重生長量は、スギの樹齡が小さく枝の確定が困難であったので推定しなかった。

幹：樹冠解析の資料から、各層ごとの当年材積を推定し、これに層ごとの比重の実測値を乗じた値を合計し、幹の当年乾物増加量とした。

葉：葉については、前述の 2 本の試料木から実測した当年葉乾重に基づき新葉率を求めた。

(d) 調査 4 スギ樹冠外縁部の相対照度

C 系列の各区から無作為に抽出した 20 本ずつのスギの樹冠外縁の地上 50 cm と 150 cm の高さの相対照度を測定した。

すなわち 7 月下旬（下刈が行われる直前）に各調査木の樹冠を斜面上部、下部およびそれに直角の左右 4 方向に区分し、4 方向の地上から二つの高さにつき計 8 か所の相対照度を測った。

測定には 2 台の東芝照度計を用い、1 台は裸地に、1 台は樹冠の測定位置におき同時刻に光を測定し、照度は裸地に対する割合で示した。放置区で光の測定が行われたスギの平均樹高は 220 cm、生枝下高は 50 cm、最大樹冠幅の位置は 100~150 cm の高さであった。下刈区における測定木の諸数値もこれとほぼ同じ値を示した。

(2) 結果と検討

(a) 平均樹高、地上 20 cm の平均直径および平均最大樹冠幅

(i) 平均樹高

A, B および C 系列の各林分の平均樹高は Fig. 21 に示したとおり、A 系列が最も大き

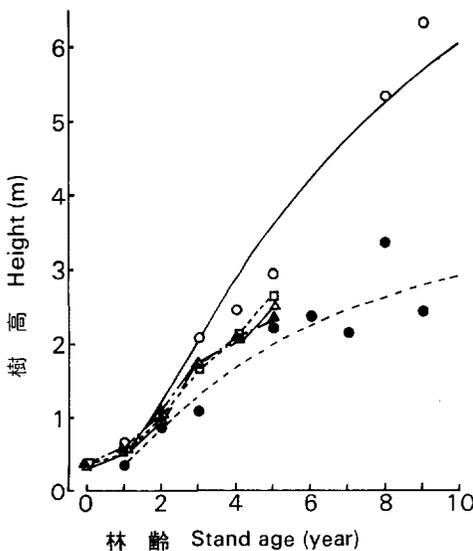


Fig. 21. スギ樹高の経年変化
Height growth of planted Sugi.
—, ○: A 系列, A series
---, ●: B 系列, B series and C 系列, C series
(□; 全刈, clear cutting, △; 筋刈, belt cutting ▲; 放置, non-weeding).

Table 15. ネスlund式 $Y = \left(\frac{X}{a + bX}\right)^3$ の定数

Y: 樹高 (m), 地上 20 cm 直径 (cm), 最大樹冠幅 (m), X: 林齡
 Constants in Näslund equation $Y = \left(\frac{X}{a + bX}\right)^3$, where Y are tree height, diameter at 20 cm from ground level and crown diameter, X is tree age (year)

Y	系列 Series*	定数 Constant	
		a	b
樹高 Tree height	A	1.347	1.211
	B	1.228	0.463
地上 20 cm の直径 Diameter at 20 cm from ground level	A	1.081	0.216
	B	1.039	0.351
樹冠幅 Crown diameter	A	1.211	0.645
	B	1.273	0.688

* Table 1 参照, See in Table 1.

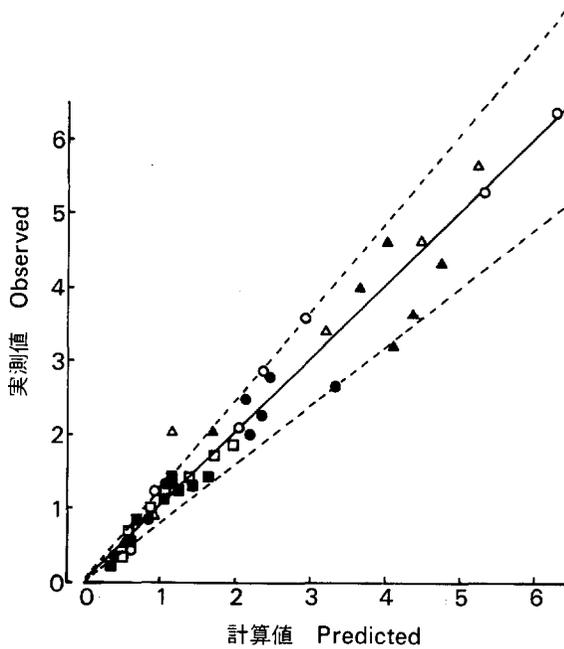


Fig. 22. 樹高, 地上 20 cm の直径, 樹冠幅の計算値と実測値との関係

Comparison between predicted and observed value of tree height, diameter at 20 cm from ground level and crown diameter.

○: 樹高, Tree height (m), △: 地上 20 cm の直径, Diameter at 20 cm ground level (cm), □: 樹冠幅, Crown diameter (m),

シロヌキ, Open mark: A系列, A series

クロヌリ, Dotted mark: B系列, B series.

点線は相対誤差 ±20% を示す, Dotted lines show the range of ±20% in relative error.

く、ついで C 系列, B 系列の順となった。また, 各系列の平均樹高生長量は年によって差があった。この原因は年による気象条件の違いや試料木間の樹高生長の違いなどによると考えられる。また, A 系列と B 系列とでは系列内の異なった調査地から試料木を得たので平均樹高生長量には, 調査地間のわずかな地位条件の差が影響したと思われる, とりわけ B 系列では前年の樹高生長量よりも小さい場合があった。

このように, 幾分みだれている A, B 両系列の樹齡と樹高との関係を, なめらかな関係にするため, ネスlund式にあてはめた。これらの定数を Table 15 に示した。樹高の計算値と実測値とは大部分相対誤差 $\pm 20\%$ 以内に含まれるので (Fig. 22), 計算された樹高生長曲線を, 後述するスギと雑草木の相互作用について検討するために使用しても差し支えないと考えた。

一方, C 系列の全刈, 筋刈, 無下刈の各処理区の平均樹高生長は, 4 年生まではほとんど差がなかった。しかし, 5 年生になると全刈区, 筋刈区, 放置区の順にわずかながら生長が悪くなる傾向がうかがわれた。

スギの生長に対する下刈の影響については, すでに明治末期から研究が行われ多数の報告がある¹⁴⁾⁴⁹⁾⁵³⁾⁵⁹⁾⁶¹⁾⁶⁹⁾。これらの研究の多くは単年度の下刈試験の結果を報告したものが多く。例えば 3 年生のスギ造林地で放置区と対比しながら全刈, 一方刈, 交互刈などの処理方法を変えた単年度の下刈試験を行った土屋ら⁶¹⁾, 袖口ら⁶⁴⁾の結果は, いずれも放置区の平均樹高生長は下刈区よりも良いが, 樹高生長に対する下刈処理の違いは認められなかった。これらの単年度における下刈区の結果は著者の結果 (Fig. 21) とも一致していた。

(ii) 地上 20 cm の平均直径

A, B 両系列および C 系列の各林分の地上 20 cm の平均直径生長は, Fig. 23 に示したとおり, A 系列が最も良く, 次いで C 系列, B 系列の順となっていた。また, A, B 両系列における直径生長は, 樹

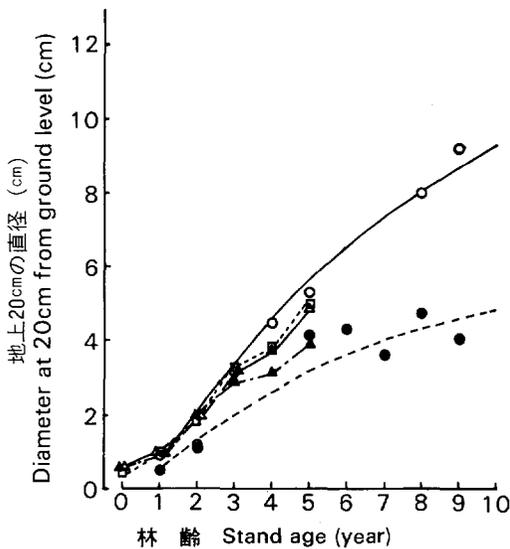


Fig. 23. スギの地上 20 cm の直径の経年変化
The diameter growth at 20 cm from ground level of planted Sugi.

凡例は Fig. 21 と同じ
Symbols are the same as Fig. 21.

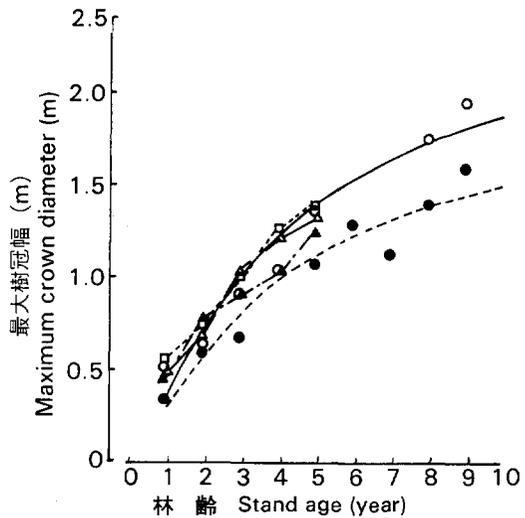


Fig. 24. スギの樹冠幅の経年変化
Maximum crown diameter growth of planted Sugi.

凡例は Fig. 21 と同じ
Symbols are the same as Fig. 21.

高と同じく林間で幾分みだれが認められるので, これらをネスルンド式にあてはめた。それぞれの定数は Table 15 に示した。計算された地上 20 cm の直径と実測値との関係は大部分相対誤差 $\pm 20\%$ 以内に含まれていた (Fig. 22)。

C 系列の直径生長は 3 年目までは各処理間にほとんど差がなかったが, これ以後には, 下刈区と放置区の間で差がはじめ, 樹齢が進むほど大きくなる傾向となった。しかし, 下刈区の間では, 直径生長に大きな差はない。前述の下刈試験では一方刈, 交互刈のように, スギの樹冠外縁の光条件が悪かったと思われる刈り方ほど直径生長は幾分低下していた²⁸⁾⁵³⁾⁵⁴⁾。

(iii) 平均最大樹冠幅

最大樹冠幅の生長は, Fig. 24 に示したように, A, B 両系列では樹高や直径生長とほぼ同じ傾向を示したが, 両系列の最大樹冠幅の生長差は樹高や直径の差ほど大きくなかった。この場合にもそれぞれの値には若干のみだれが認められるためネスルンド式にあてはめた。各定数は Table 15 のとおりで, 計算値と実測値との関係は大部分相対誤差 $\pm 20\%$ 以内に含まれていた (Fig. 22)。一方, C 系列における最大樹冠幅の増加傾向は, 地上 20 cm の直径生長とほぼ同じであった。

(b) 重量生長

(i) 幹重

A, B 両系列における試料木 10 本の幹の平均乾重生長は Fig. 25 に示したように 1 年生から 3 年生までと 4 年生から 9 年生までの間では増加の傾向が異なっていた。また, B 系列の平均幹重は樹高, 直径などと同じく A 系列よりも常に小さかった。

C 系列では伐倒調査を行わなかったが, 幹重は $D_{0.2}H$ との相関が高い⁶⁶⁾ ので, $D_{0.2}H$ の経年変化 (Fig. 26) とほぼ同じ傾向で増加していたと推論される。

(ii) 枝重

A, B 両系列の平均個体の枝乾重は, Fig. 25 のような経年変化を示した。枝重は, A 系列では 2 年目, B 系列では 3 年目から 5 年目までは急速な増加がみられ, その後は次第に増加量が小さくなった。また, A 系列の枝重は常に B 系列よりも大きかった。

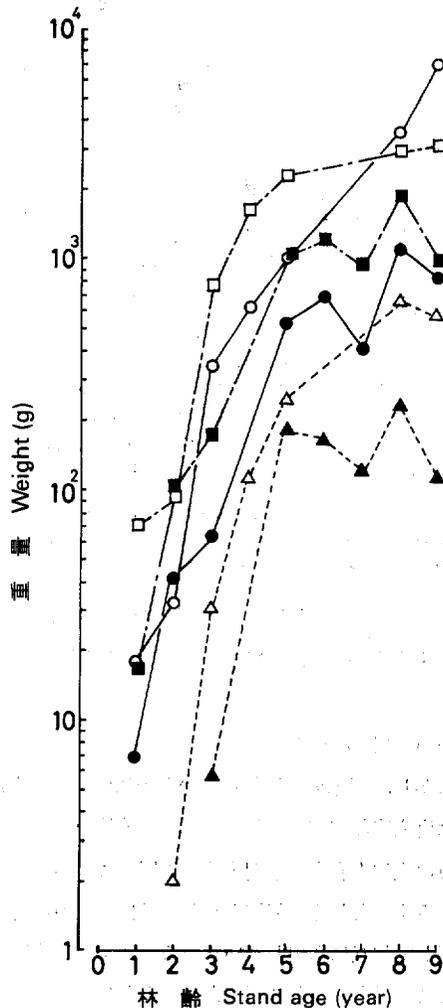


Fig. 25. 幹, 枝と葉重の経年変化
Growth of stem, branch and leaves dry weight.

—○—, ○: 幹重, Stem, ---, □: 葉重, Leaf, - - - , △; 枝重, Branch.
シロヌキ, Open marks: A 系列, A series
クロヌリ, Dotted marks: B 系列, B series.

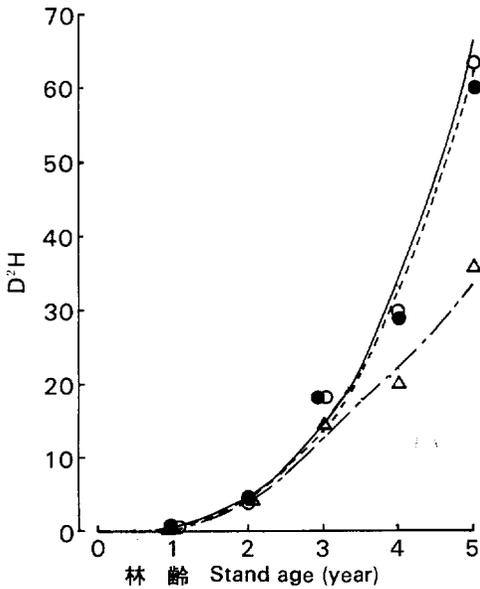


Fig. 26. D^2H であらわした幹の成長 (C 系列)

Stem growth estimated as D^2H (D : diameter at 20 cm from ground level, H : tree height) in the C series.

—, ○: 全刈, Clear cutting, ---, ●: 筋刈, Belt cutting, - · - ·, △: 放置, Non-weeding.

各曲線は次式で描いた。Each line shows the fol. formula, $y=0.46x^{3.1}$, $y=0.62x^{2.9}$ and $y=2.01x^{1.8}$ where y is D^2H and x is year.

性、葉群の垂直的な構造、スギと雑草木からなる群落の生産構造によって変化する光条件によってきまる。したがって葉群の垂直構造（樹冠構造）やスギの樹冠外縁部の光条件についての検討が必要であろう。

(c) 樹冠構造

しかし、単木の樹冠構造そのものに関する研究は多く、例えば枝打に関連した研究²⁴⁾、形態や量に関した研究¹⁹⁾などがみられるが、末閉鎖林の単木の樹冠構造を雑草木との関連で研究したものは少なく、枝張りの土地占有度と下刈方法との関係についての研究²⁾があるのみである。

いうまでもなく、新植されたスギは、その場所に生育する雑草木との間で光、水、養分などの無機環境を通して相互に作用し合いながら生長する。特に良く発達した群落内においては、光条件は植物の生存にとって、最も重要な要因であることが多い²⁾。本節では光条件に焦点をあて樹冠構造を二つの観点から検討した。一つはスギの単木の樹冠幅、土地占有面積および単位高さ（厚さ）当たりの葉重とスギの樹冠下にある雑草木量との関係、一つは逆に良く生育した雑草木群落との関連で、年1回下刈がなされているスギ林の単木的な葉重、当年葉重、幹重、単位高さ（厚さ）当たりの葉重などの垂直変化、葉重と樹高生長あるいは地上 20 cm の直径との関係、スギ樹冠外縁部の相対照度について調べた。

(iii) 葉 重

A, B 両系列の葉重は、Fig. 25 に示したように、枝重と同様に5年生までは増加が著しいが、それ以後は次第に増加がにぶり、一定の葉重に収れんする傾向を示した。このことは一般に十分な立木密度を持ち、閉鎖された林分では、林分に関係なく、ほぼ一定の葉量が維持されている⁴⁸⁾ということからも推論できる。しかし、調査が行われた時点では8年生、9年生の林分でも、まだ十分閉鎖されておらず、葉量の変動はかなりあるものと思われる。

C 系列においては、個体重の調査は行わなかったが、実測された $D_{0.2}$ と H から求めた $D_{0.2}^2H$ (Fig. 26) は下刈区と放置区でかなりの差があり、これから考えると葉重も処理によって幾分変化していたと思われる。

これまでに、スギの平均個体の樹高、地上 20 cm の直径、樹冠幅、個体重（部分重）などの経年変化と地位条件、下刈との関係について検討した。これらの各器官の諸量の変化は、基本的には葉の光合成による物質生産量とその分配に依存している。前者の物質生産量はスギの葉の光合成特

(i) 樹冠の土地占有面積と単位高さ(厚さ)当たりの葉重

スギの最大樹冠幅 (Fig. 24) は, 樹高や直径ほど A, B 両系列間に差がなかった (Fig. 22, 23)。しかし, 樹冠下の雑草木の現存量は II-(2)-(c) で述べたように A 系列の方が B 系列よりも少ないことが多く, とりわけ生長が進むとこの傾向が著るしくなっていた (Fig. 9)。

しかし Fig. 27 に示したように樹冠内の光条件に関係する単位高さあたりの葉重の垂直分布は, A, B 両系列間に著るしい差が認められた。このことは, スギの樹冠下の雑草木現存量の大小は樹冠幅と同時に光の透過量を規定する単位高さあたり葉重にも影響されている。

(ii) 葉重の垂直分布と各器官の生長量と垂直分布との関係

樹幹解析した各樹齢の供試木のうちから, 当年葉重を調査した 2 個体について, IV-(1)-(c) で述べた方法で層別に推定した各器官の生長量と葉重から作図した垂直分布図を A 系列は Fig. 28, B 系列は Fig. 29 に示した。図の右側には葉重 (実線), 左側には当年葉重 (1 点鎖線), および当年幹重 (実線) の垂直変化を示した。

A, B 両系列とも 葉重と当年葉重の最大になる高さは, 7 年生まではほぼ一致していたが, A 系列の 8~9 年生ではこの関係がみられなくなり, 樹冠下層部でかなりの葉重があるにもかかわらず, 当年葉重は著るしく少なく, 上層部ではこの逆となっていた。

当年幹重の垂直変化を示した曲線 (左側の実線) は, A, B 両系列とも 1 年生から 4 年生までは, 樹幹頂部から根元に近くなるにつれて広がる傾向を示した。一方, 5 年生以上になると, 樹幹頂部から下方に向けて一定の高さまでは当年幹重は増加するが, その後はやや増加するかほとんど変わらない状態となり, 根際部で再び増加していた。

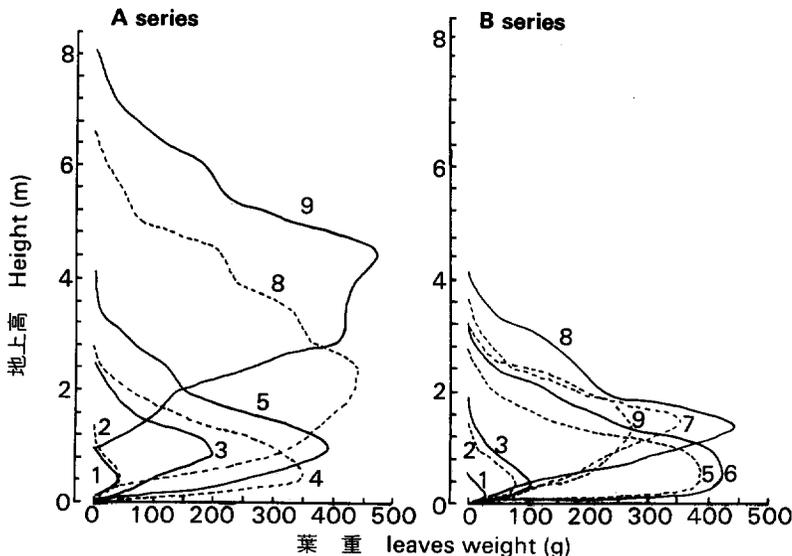


Fig. 27. スギ葉重 (50cm ごと) の垂直分布
Vertical distribution of leaves weight at each layer with 50 cm thick.
図中の数字は林齢を示す。Numerals in figures indicate tree age (year).

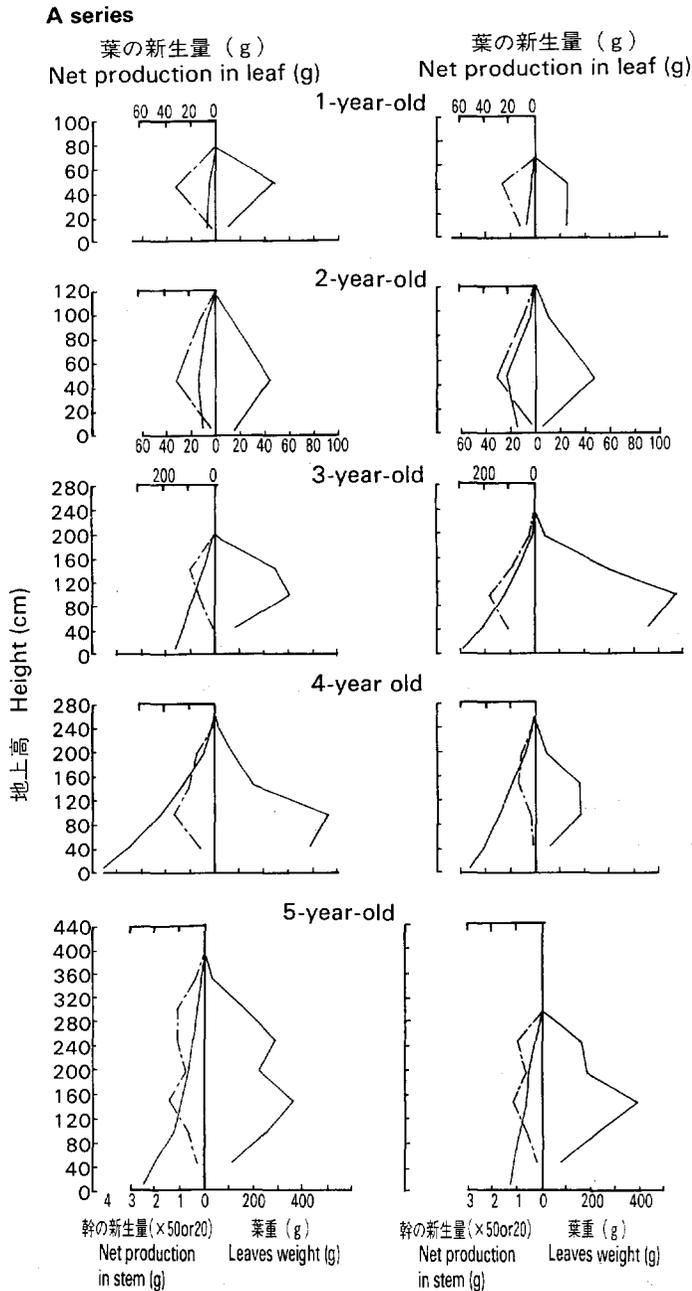


Fig. 28. 葉重と幹，葉の新生量の垂直分布
 Vertical distribution of leaf weight (g) and net production
 of stem and leaf (g) in A series.

— : 幹の新生重あるいは葉重, Net production of stem or leaves weight,
 - - - : 葉の新生重, Net production of leaves.
 層の厚さは幹の元で 20cm 他は 50cm, Layer's thickness is 20cm at the stem
 foot and the other is 50cm.

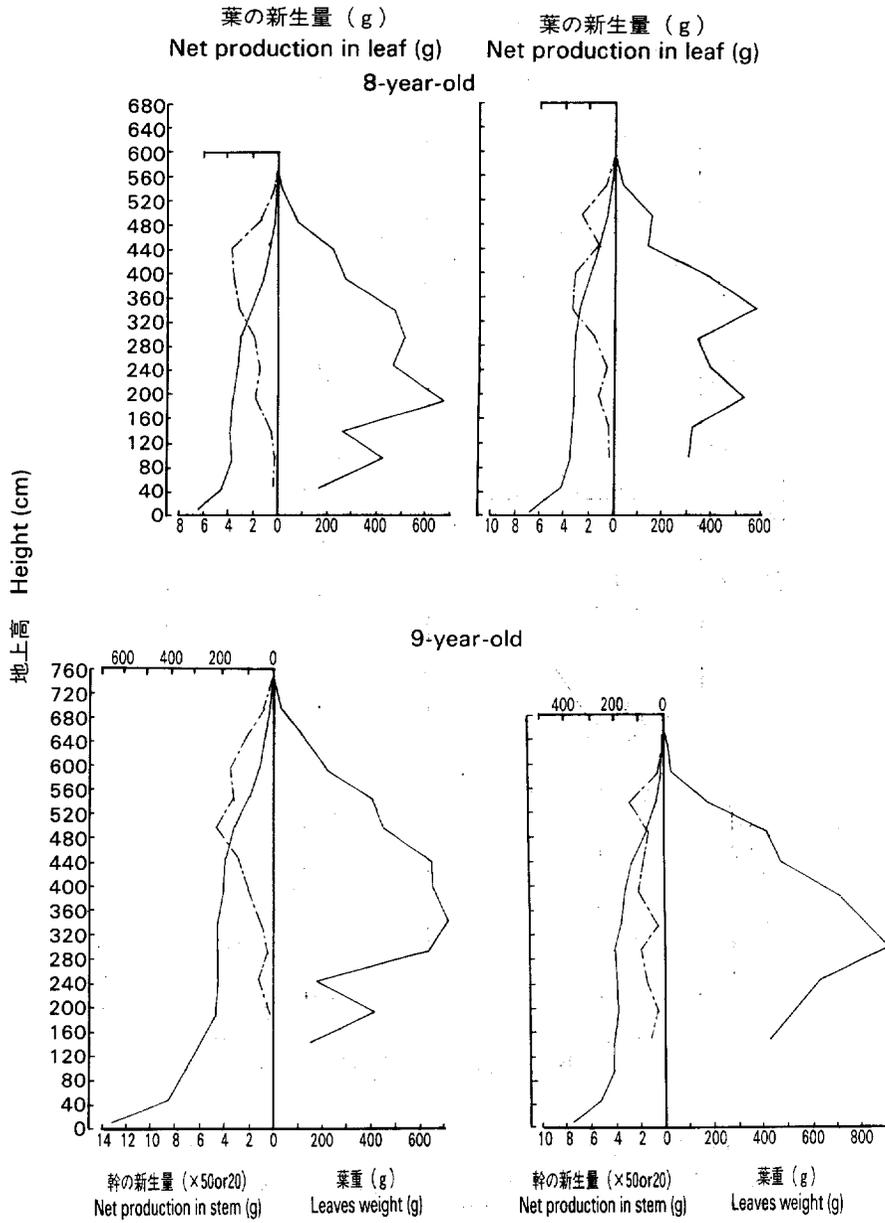


Fig. 28. (つづき) (Continued)

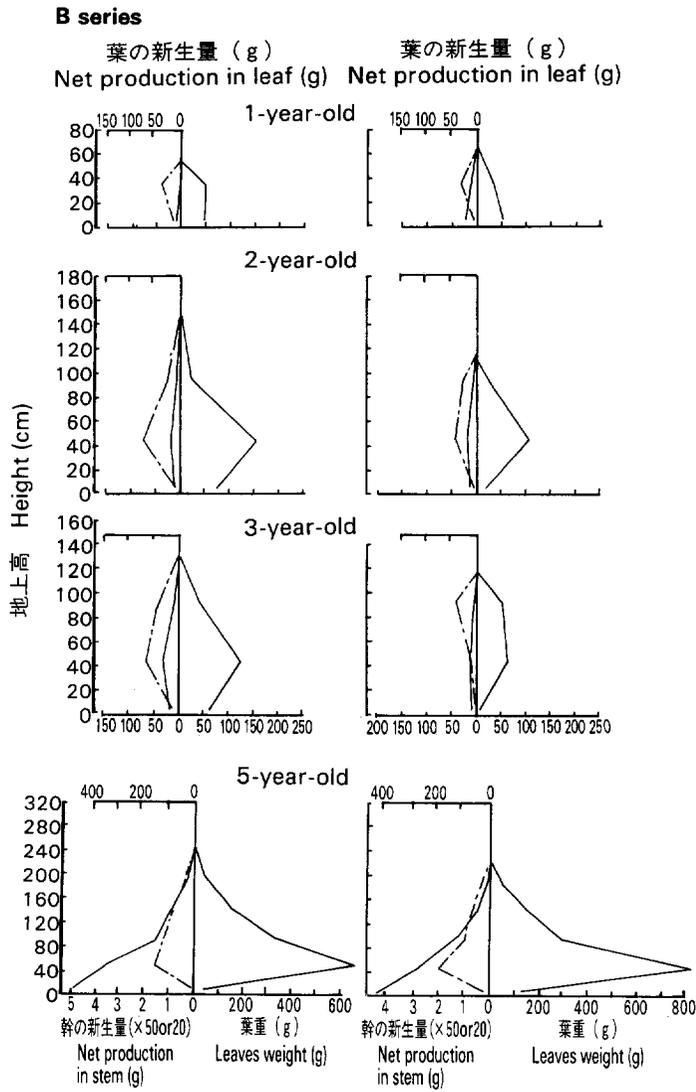


Fig. 29. 葉重と幹，葉の新生量の垂直分布
 Vertical distribution of leaf weight (g) and net production of stem and leaf (g) in B series.

凡例は Fig. 28 と同じ，Symbols see Fig. 28.

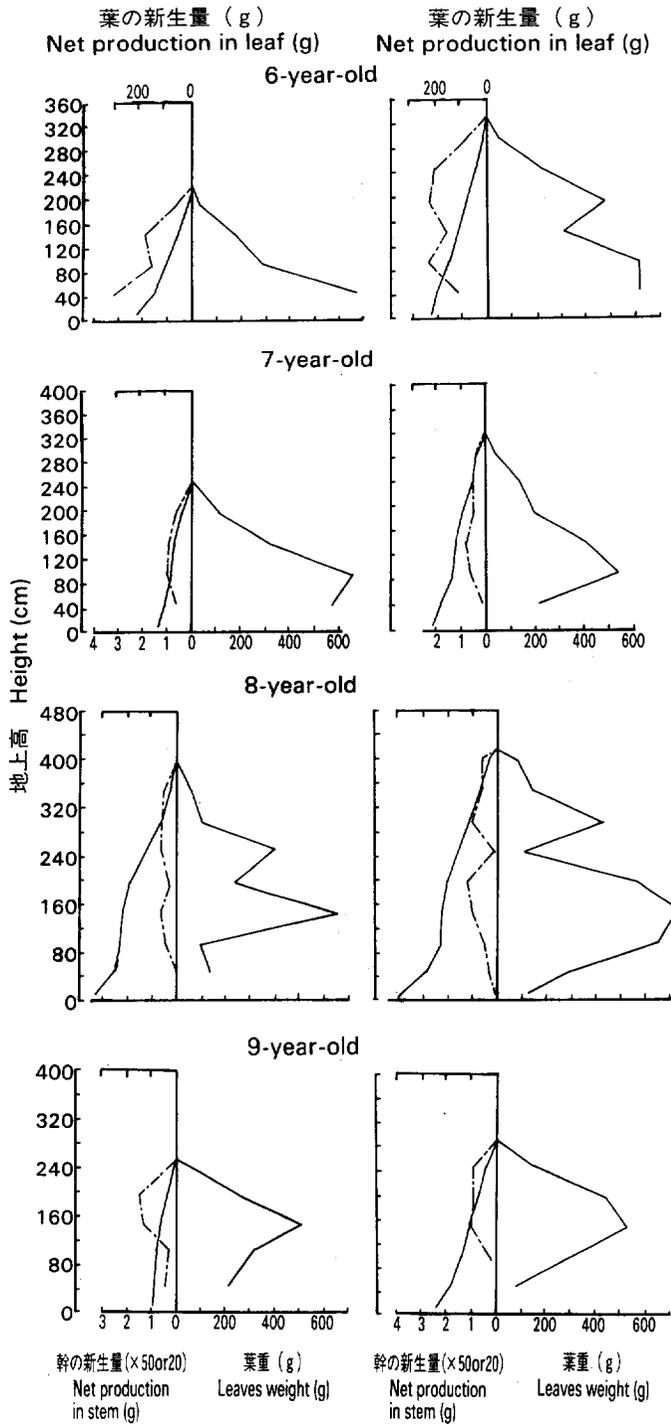


Fig. 29. (つづき) (Continued)

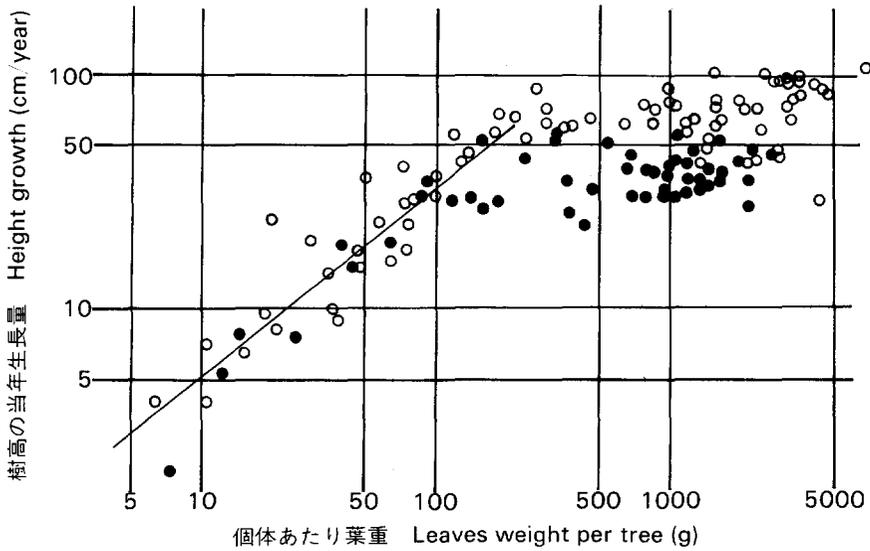


Fig. 30. スギの個体あたり葉重と当年樹高生長量との関係

Relationship between leaves weight per tree and height growth.

直線は次式で描いた。The regression line is as follows. $\log y = 0.87x - 0.14$, where y is height growth, x is leaves weight per tree.

○ : A系列, A series, ● : B系列, B series.

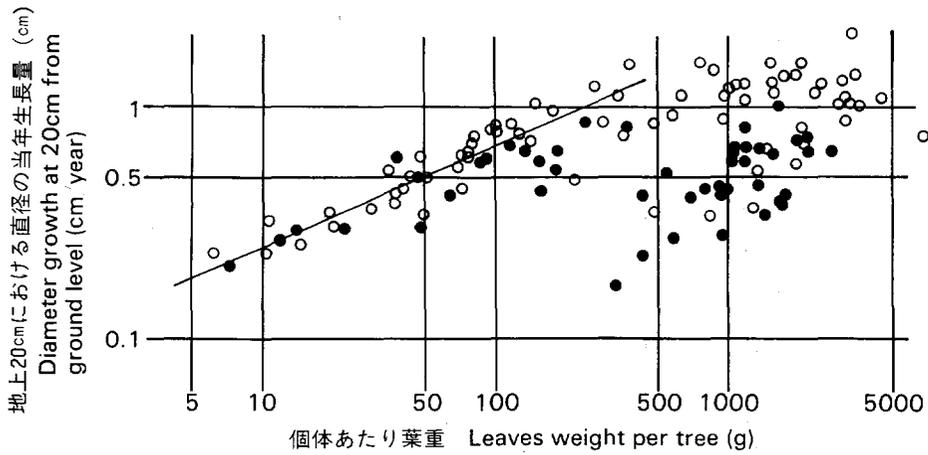


Fig. 31. スギの個体あたり葉重と地上 20 cm における直径生長量との関係

Relationship between leaves weight per tree and diameter growth at 20 cm from ground level.

直線は次式で描いた。The regression line is as follows. $\log y = 0.44 \log x - 1.05$, where y is diameter growth at 20cm from ground level, x is leaves weight per tree.

凡例は Fig. 30 と同じ, Symbols are the same as Fig. 30.

1年生から4年生までの当年幹重の垂直分布の傾向は、尾中⁴⁾がアカマツの年輪面積の垂直変化を孤立木と林内木とで調べたうちの孤立木の傾向と類似していた。このことから、スギとアカマツで樹種の違いはあるが、1~4年生のスギは年1回の下刈によって、あまり雑草木の影響を受けずに、根際付近まで葉のついた孤立木的な生長をしていたといえる。一方、5年生以上のスギの傾向は、アカマツの林内中庸木の垂直分布の変化と似ていた。しかし、枝下高はスギの方がはるかに低かった。このように葉が根際付近まで存在するにもかかわらず、林内のアカマツと同じような当年幹重の垂直変化がみられたのは、5年生以上のスギが、A系列では閉鎖が始まったこと、B系列では下刈後の雑草木の再生が盛んでスギの樹冠下層が雑草木に覆われたこと、樹冠下層には高齢葉が多くなることなどから下層の葉が十分に機能を発揮できなかったためと思われる。

(iii) 葉重と樹高および地上 20 cm の直径の当年生長量との関係

伐倒調査した各林分の標準木について、葉量と伐倒前1生育期の樹高生長量および直径生長量との関係を Fig. 30, 31 に示した。

同じ葉量を持つ個体でも樹高、直径の生長量は幾分異なる場合が多いが、樹高生長量では 200 g 程度、

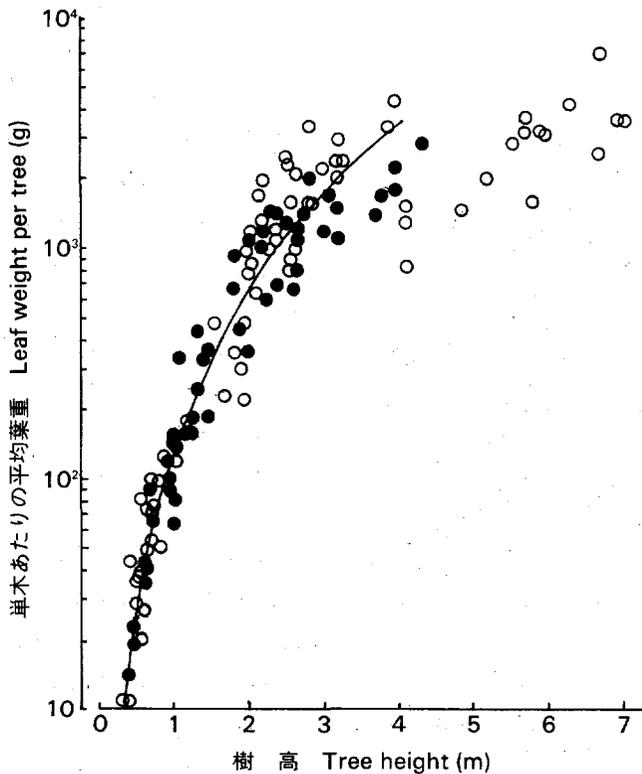


Fig. 32. 樹高と個体あたりの葉重との関係
Relationship between leaves weight per tree and tree height.

○ : A系列, A series, ● : B系列, B series.

直径生長量においては 450 g 程度までは葉重の増加とともに生長量が増加していた。しかし、これ以上の葉重になると二つの生長量とも大きな値のものと小さな値のものととの差が大きくなり、一定の生長量の幅の中で変動し、明らかな傾向が認められなかった。また、Fig. 30, 31 の葉重の範囲以上では同じ葉重であっても、樹高および直径生長量は、ともに大部分 A 系列の方が B 系列よりも大きかった。

次に樹高と葉重との関係について、A 系列と B 系列をあわせて Fig. 32 に示した。この図から、個体あたりの葉重が 200 g となる樹高は約 1.3 m であった。同じく 450 g となる樹高は 1.5~1.8 m であった。

このことは、これらの樹高になるまでのスギは、すべての葉が十分に機能を発揮できていなければならないことを意味し、雑草木などに葉の一部が庇陰されると生長に及ぼす影響は、同じ割合の葉が庇陰された 1.5~1.8 m 以上の樹高のスギにくらべて大きいであろう。すでに III-(2)-(b)-(iv) で、雑草木群落内の相対照度のおおよその値が群落高から推定できることを述べた。

そこで、雑草木群落中に生育しているスギの生長を群落内の光条件と対応させ、スギの樹高と雑草木群落の高さとの相対的關係から推定するために、スギの樹高と積算葉重との關係を解析した。

(iv) 積算葉重の垂直変化と樹高との關係

前述の各調査区の標準木の積算葉重の垂直変化を単木ごとに Fig. 33 に示した。1,000 g 以上の葉重を持つ単木は、すべて 1,000 g になるまでの垂直変化を示した。この理由は、前述のように積算葉重が 450 g 以上のスギの地上 20 cm の直径生長ははっきりした増加傾向を示さなくなるので、この積算葉重を基準に危険率を見込んで 1,000 g までの葉重を示したためである。

図から明らかなように A, B 両系列とも標準木の積算葉重と樹高が示す曲線はほぼ同じような勾配で変化していた。しかし、A 系列では、同じような樹高のものより、樹冠下層で積算葉重の垂直変化が少ない個体がみられた。同様の傾向は 1,000 g 以上の葉重を持つ個体にも認められたが、いずれも被圧された個体が多かった。しかし、いずれにしても Fig. 33 からスギの樹冠形は樹冠の上層部では相似しているといえよう。

そこで、Fig. 33 から、積算葉重 200, 300, 500, 800, 1,000 g となる地上高と樹高との關係を読み取り Fig. 34 に示した。各積算葉重についての樹高と地上高との關係はかなり高い一次の

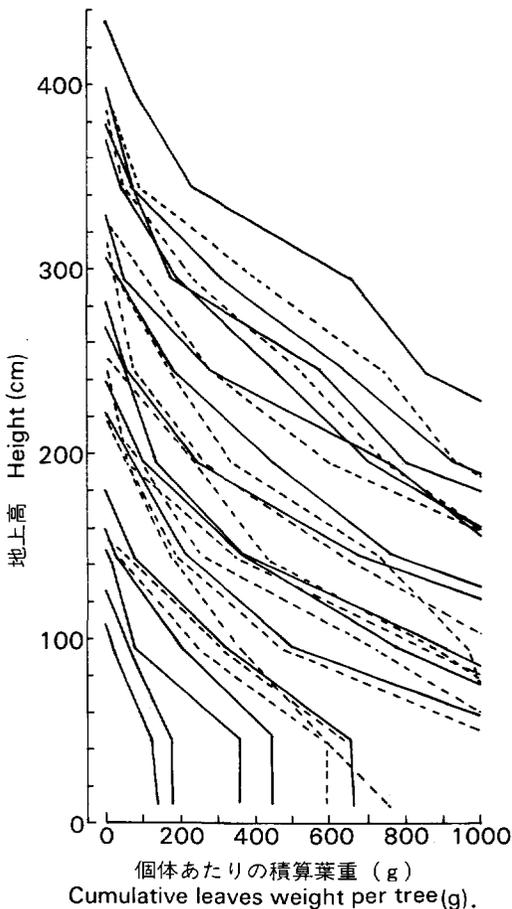


Fig. 33. 個体あたり積算葉重と樹高との關係
Relationship between cumulative leaves weight (g) per tree from the top to bottom of the crown and tree height (cm).

--- : A 系列, A series, — : B 系列, B series.

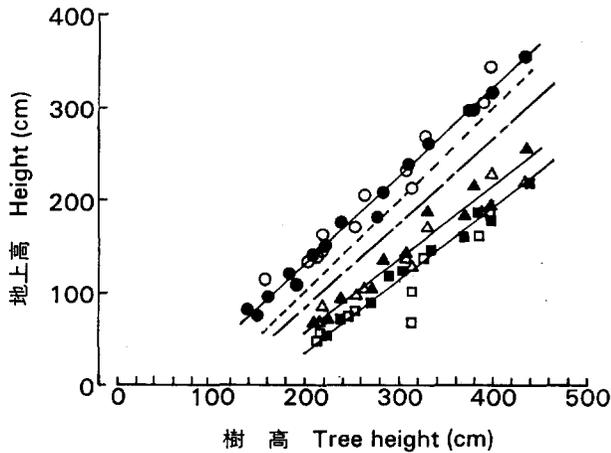


Fig. 34. 樹高と個体あたり積算葉重 200, 300, 500, 800, 1,000 g の地上高との関係

Relationship between tree height and height with cumulative leaves weight of 200, 300, 500, 800 and 1,000 g.

それぞれの直線は Table 16 より計算した。

The regression lines were calculated from the equations in Table 16.

○: 200 g, △: 800 g, □: 1,000 g, - - - : 300 g, - - - : 500 g.

ジロヌギ, Open marks: A系列, A series,

クロヌギ, Dotted marks: B系列, B series.

Table 16. 頂端から特定の積算葉量をもつ地上高 (Y) と樹高 (X) との関係式 $Y = a + bX$ の定数

Relationship between tree height (X) and the height from the ground surface (Y) with fixed cumulative leaf amount from young Sugi; $Y = a + bX$, where Y is height from ground surface, X is tree height.

葉重 (g) Cumulative leaf amount from the top	定数 Constant		相関係数 r Coeff. of correlation
	a	b	
200	-57.49	0.95	0.98
300	-96.92	1.00	0.96
500	-95.74	0.91	0.95
800	-99.40	0.79	0.94
1000	-111.94	0.75	0.89

相関がみられ (Table 16), 計算値による相互の比較が可能であると判断された。

したがって, この計算式による樹高と各積算葉重を示す地上高との関係と, Fig. 20 a~b に示した群落高と任意の相対照度となる地上高との関係から, 各樹高のスギの層別の葉が雑草木群落内でどのような相対照度下にあるかの相対的關係を量的に推定することが可能となった。

(v) スギ樹冠外縁部の相対照度

スギと共存している雑草木群落は, スギの樹冠周辺部の相対照度を低下させ, スギの生長に大きな影響を与える。雑草木群落の平均的な群落高と各高さにおける相対照度はすでに III-(2)-(b)-(iv) で述べたが, これらの推定値の整合性を確かめるためにスギの樹冠外縁の各高さの相対照度の測定が必要である。

Table 17. 雑草木群落高から推定したスギ樹冠周辺の相対照度と実測値との比較
Relative light intensity (%) at crown surface of Sugi grown in weed community

処理方法 Treatments	地上高 Crown position in Height (cm)			
	50		150	
	実測値 Observed	推定値** Predicted	実測値 Observed	推定値** Predicted
全刈区 Clear cutting (144)*	12	10	100	100
筋刈区 Belt cutting (168)*	11	6	75	87
放置区 Non-weeding (230)*	3	2	22	15

* 平均群落高 Average community height (cm).
** Fig. 20 より推定した。Predicted using Fig. 20.

Table 18. C 系列における処理および植栽木からの距離別の群落高 (cm)
Height of weed community (cm) on the C series*

スギからの距離 (cm) Distance of plot from planted Sugi	全刈区 Clear cutting	筋刈区 Belt cutting	放置区 Non-cutting
25 (i)*	120 80~144 **	136 100~200	235 200~260
75 (ii)*	144 120~160	168 120~220	230 180~280
125 (iii)*	148 120~180	196 180~220	260 200~320

* Fig. 10 参照 See Fig. 10.
** $\frac{\text{平均}}{\text{最小} \sim \text{最大}}$, $\frac{\text{Average}}{\text{Min.} \sim \text{Max}}$

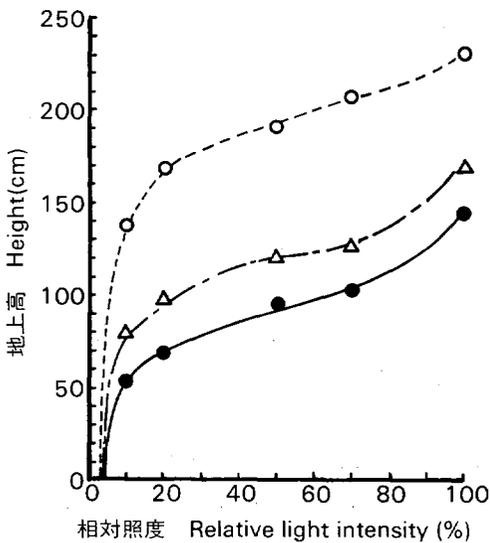


Fig. 35. Fig. 20 a, b より推定した相対照度 (%) と地上高 (cm) の関係

The relationship between height and the RLI in the community. Using the relations in Fig. 20 a, b.

- , ----: 全刈区, Clear cutting,
- △, ----: 筋刈区, Belt cutting,
- , ———: 放置区, Non-cutting.

群落高は Table 18 を使用した。
The community height were 144, 168, and 230 cm, respectively. see Table 18.

そこで, C 系列におけるスギの樹冠外縁部 50 cm と 150 cm の高さで測定された相対照度と推定値の比較を行った (Table 17)。

相対照度の実測を行った群落は, 全刈区ではススキ型, 筋刈区ではススキと木本型, 放置区では木本型であった (Table 3)。群落高は, それぞれの生育型を反映して Table 18 のようであった。この平均群落高のうち, スギからの距離 75 cm の値を基に, Fig. 20 a~b の雑草木群落高と相対照度 70, 50, 20 および 10% になる相対地上高との関係から, 全刈区を吸光係数 0.1~0.4 (主にススキ型), 筋刈区を同 0.5~0.7 (主にススキ型とアカガシ型), 放置区を同 0.8 以上 (主にアカガシ型) に適応して, 相対照度をそれぞれ推定した (Fig. 35)。推定した相対照度と実測の相対照度とを比較すると, Table 17 に示したとおり, 各高さの実測値と推定値は, 幾分一致の悪いものもみられるが, かなり良く近似できた。

結 言

本報では, 造林地における下刈, 除伐, つる切りに関する基礎的研究のうち, スギ幼齡造林地におけるスギと雑草木の生長とその相互関係について検討した。すなわち, 林地雑草木群落の構造特性ならびに閉鎖に至るまでのスギの成長を生態学的手法で明らかにし, 相互の関係について論究した。しかし, すでに述べたように, スギと雑草木の成長は, 植栽後の経過年数や下刈によって変化し, 相互の影響を経時的, 定量的に明らかにすることは困難であった。

これらの解明には, さらにスギと雑草木との成長について, 圃場における実験的解析も必要であろう。今後は, 実験的な解析を進めるとともに, これまでの調査結果を加味したうえで, 下刈, 除伐, つる切り作業の生物学的意義を明らかにし, 効率的, 体系的な作業方式を確立してゆきたい。

引 用 文 献

- 1) 安楽行雄: 筋刈方法について, 熊本営林局第 5 回林業技術研究発表集録, 156~168, (1974)
- 2) DONALD, C. M.: The interaction of competition for light and for nutrients. *Aust. J. Agric. Res.* 9, 421~435, (1958)
- 3) 藤森隆郎: 枝打ちに関する基礎的研究 I, 生態学的調査資料に基づく枝打ちの考察, 林試研報, 228, 1~38, (1970)
- 4) ———: 枝打ちの技術体系に関する研究, 林試研報, 273, 1~73, (1975)
- 5) 深瀬太郎: スギ人工造林地の上長成長度と閉さ度について, 熊本営林局昭和37年度造林技術研究発表集録, 90~93, (1964)
- 6) 原田 洸: スギの生長と養分含有量およびこれに及ぼす施肥の効果に関する研究, 林試研報, 230, 1~104, (1970)
- 7) 本多静六: 日本森林植物帯論, 本多造林学前論 3, 400 pp., 三浦書店, 東京, (1912)
- 8) 堀川芳雄・宮脇 昭: 雑草生育型による群落構造の研究, 日生態誌, 4, 79~88, (1954)
- 9) 井上輝一郎・岩川雄幸・吉田桂子: 四国地方の林地土壌の生産力に関する研究, 林試研報, 258, 64~148, (1973)
- 10) 石井幸夫・外: 下刈の合理化, 関東地方の木本類優占地帯を対象とした下刈方法の違いが植栽木 (スギ) の生長におよぼす影響について, 昭和 48 年度国有林野事業特別会計技術開発試験成績報告書, 136~164, (1970)
- 11) 岩城英夫: 陸上植物群落の物質生産 II—草原—生態学講座, 91 pp., 共立出版, 東京, (1973)
- 12) 岩田好宏: 枝の成長と葉層の展開について—その断片的な知見—, 房総丘陵清澄山・高岩山地域の

- 自然と人為による影響 2, 80~83, (1973)
- 13) 梶原幹弘：スギ同齢林における樹冠の形態と量にする研究 (1), 日林誌, 57, 425~431, (1975)
 - 14) 菊地三郎・遠藤宗作：新植地下刈試験成績, 大日本山林会報, 324, 40~42, (1910)
 - 15) 吉良竜夫：日本の森林帯, 林業解説シリーズ 17, 1~32, (1949)
 - 16) 清田敏典：大苗植栽による下刈の省力と雑草木の量の推移について, 熊本営林局第 6 回林業技術研究発表集録, 144~147, (1966)
 - 17) 小池武夫：群馬県下御料林に於ける下刈改善の実況, 御料林, 35, 17~37, 36, 27~37, 37, 73~80, 38, 40~49, (1931)
 - 18) 草下正夫：林地地床群落とその遷移, 雑草研究, 7, 12~16, (1968)
 - 19) 松尾栄次：下刈木と造林木の成長経過について, 熊本営林局第 6 回林業技術研究発表集録, 112~121, (1966)
 - 20) 翠川文次郎・外：霧ヶ峰牧野荒廃防止並びに改良に関する調査報告書, 62 pp., 長野県農政部, (1963)
 - 21) MONSI, M. und T. SAEKI: Über den Lichtfactor in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung für die stoffproduction. Jap. J. Bot., 14, 22~52, (1953)
 - 22) 森川秀次郎：下刈を進めるにあたっての一考察, 熊本営林局第 2 回林業技術研究発表集録, 76~80, (1971)
 - 23) 村山 正・有賀文雄：下刈作業の省力化, 前橋営林局造林通信 118, 8~12, (1974)
 - 24) Мурон, N. et al.: Studies on the production processes and net production of Miscanthus sacchariflorus community. Jap. J. Bot., 20, 67~92, (1968)
 - 25) 中島道郎：矮木の伐採季節と萌芽との関係, 東大演報, 15, 1~83, (1931)
 - 26) 中野 実：トドマツ幼齢造林地における雑草の消長一若干の競争問題に関連して一, 雑草研究, 5, 48~53, (1966)
 - 27) ———・横山喜作・藤村好子：造林地の下刈りに関する研究 第 1 報, 林試北海道支場年報, 71~84, (1963)
 - 28) ———・藤村好子：造林地の下刈りに関する研究 第 3 報, 下刈効果圏について, 北方林業, 215, 5~8, (1967)
 - 29) 沼田 真(編)：図説植物生態学, 36~37, 朝倉書店, 東京, (1969)
 - 30) ———：野草および野草地の生態と利用に関する研究, 農林水産技術会議研究成果, 51, 1~129, (1951)
 - 31) ———：雑草とはなにか, 科学, 46, 715~720, (1976)
 - 32) ———・荒井正雄：農業における雑草の諸問題, 雑草生態に関する基礎資料, 1~10, 農林水産技術会議, (1953)
 - 33) ———・轟明美恵：植物群落の形成過程に関する実験 II, 2 次遷科初期段階の解析 IV, 千葉大文理紀要 5, 143~157, (1967)
 - 34) ———・依田恭二：人工草地の群落構造と遷移 I, 日草研, 3, 4~11, (1957)
 - 35) 小幡 進：南九州に於ける常緑闊葉樹天然林皆伐後の樹種交代より萌芽林の取扱方法を考察す, 日林誌, 19, 201~211, (1937)
 - 36) 尾方信夫：ススキ植生を主とした造林地における下刈終了年次の検討について 第 1 報, 熊本営林局造林情報, 166, 9~15, (1973)
 - 37) ———・長友安男：ススキ群落の生態的特性と下刈省力の可能性について, 雑草研究, 12, 52~54, (1971)
 - 38) 小川保喜：日補償点測定法による林木の耐陰性にする研究, 九大演報, 43, 264~265, (1968)
 - 39) 岡村芳計・竹崎公一：下刈の時期および効果について, 林業技術, 235, 21~22, (1961)
 - 40) 小村 精：祖母山原生林地域の生態学的調査, 中間報告 (1), 日本自然保護協会調査報告 6, 1~

- 49, (1968)
- 41) 尾中文彦: 樹木の肥大成長と縦断面的配分, 京大演報, 18, 1~52, (1950)
 - 42) 大木正夫・柳沢清美: 造林地の下刈に関する研究 (1), 造林地の植物遷移について, 18回日林中文講, 31~34, (1969)
 - 43) 尾崎美治: 愛鷹山に於ける下刈調査について, 東京営林局技術研究, 173~177, (1952)
 - 44) 小沢準二郎: 土中に埋れた林木種子の発芽力, 林試集報, 58, 25~43, (1950)
 - 45) 佐倉詔夫・沼田 真: ヒノキ幼齡造林地の群落とその遷移一伐採後5年間の経過一日林誌, 58, 246~257, (1976)
 - 46) 佐藤銀五郎: 林地下刈り, 大日本山学会報, 236, 19~27, (1910)
 - 47) 佐藤大七郎: 育林, 林学講座, 87 pp., 幹倉書店, 東京, (1952)
 - 48) ———: 陸上植物群落の物質生産 Ia 森林, 生態学講座, 95 pp., 共立出版, 東京, (1973)
 - 49) 柴田信男・梶村理一郎: スギ林の造成と初期の撫育, スギの研究 (佐藤弥太郎編), 220~244, 養賢堂, 東京, (1950)
 - 50) 嶋田 饒: ススキの生態に関する資料, 草地生態, 4, 13~21, (1964)
 - 51) 嶋田 饒・外: ススキ型草地の地上部現存量の年次変化, 草地生態系の生産と保護に関する研究 (沼田真編), 20~29, (1970)
 - 52) 嶋田 饒: 草地の生態学, 163~165, 築地書館, 東京, (1973)
 - 53) 島村芳雄・外: 筋刈による下刈の現況調査, 前橋営林局造林通信, 118, 5~8, (1974)
 - 54) 袖口 功・小田治平: 下刈方法別試験, 前橋営林局造林通信, 112, 5~9, (1973)
 - 55) 只木良也: 森林の現存量—とくにわが国の森林の葉量について—, 日林誌, 58, 416~423, (1976)
 - 56) 谷本丈夫: スギ幼齡造林地の雑草木の群落構造, 83回日林講, 184~187, (1972)
 - 57) 田野々生: 新植地に於ける雑草木刈払いの価値, 高知林友, 2, 17~18, (1973)
 - 58) 徳川宗敬: 江戸時代における造林技術の史的的研究, 294~305, 西ヶ原刊行会, 東京, (1941)
 - 59) 富吉良一・黒木整孝: 下刈方法と造林木等の成長について, 熊本営林局第5回林業技術研究発表集録, 153~155, (1974)
 - 60) 東京営林局: 造林方針書, 東京営林局, 13~16, (1965)
 - 61) 土屋次郎・小川志郎・関 盈夫: 筋刈による下刈の現況調査, 前橋営林局造林通信, 119, 16~21, (1973)
 - 62) 植杉哲夫: 地床植物の生育経過と造林地の手入れ, 青森林友, 205, 2~18, (1932)
 - 63) ———: 育林 育林線典 (長谷川孝三監修), 298~300, 朝倉書店, 東京, (1959)
 - 64) 和田豊州: 四国の天然林植生, 高知林友特別号, 1~102, (1962)
 - 65) 矢野悟道: 草原植物の地下器官について 第1報, ススキ (*Miscanthus sinensis*), 日草誌, 11, 48~54, (1965)
 - 66) 依田恭二: 森林の生態学, 47~49, 築地書館, 東京, (1971)
 - 67) 四大学および信大合同調査班: 森林の生産力に関する研究 第3報, スギ人工林の物質生産について, 63 pp., 日林協, 東京, (1966)
 - 68) 吉井義次: 植物群落学における生活形概念の変化と批判, 日生態誌, 4, 30~35, (1954)
 - 69) 吉崎繁蔵: 造林地の下刈方法, 工期と造林木の成績について, 青森営林局第3回造林分担研究報告会記録, 171~173, (1950)

Fundamental Studies of Release Cutting in Forest Plantation (I)
Growth analysis of Sugi (*Cryptomeria japonica*) and
natural vegetation in the young sugi plantation

Takeo TANIMOTO⁽¹⁾

Summary

Introduction

In Japan, release cutting techniques have been devised and have progressed for several hundred years in many areas where forest management has been well advanced. However, the technical system of release cutting has not yet been established universally. Release cutting is as simple a technique as removing weeds and/or vines and it has long been considered as one of the problems of forestry labor.

The present problems in the technical system of release cutting involve not only forestry labor but the biological views. Recently, the shortage of workers in forestry is apparent, and then, biological analysis for release cutting will help make forest management more effective.

In this study we conducted research for biological information on release cutting, and are dealing with the structure of the weed community, its floristic composition, life form, light condition, growth of planted Sugi and the interspecific competition between natural vegetation and planted Sugi.

Silvicultural weeds are different from agrarian weeds. Silvicultural weeds consist of complex species such as herbs, scrub, and sprouts or seedlings of trees. The weed communities are commonly formed by those species whether we establish a coniferous plantation or not. However, some species in the weed community changes for crop trees. For example, hardwood is desirable as logs for shiitake mushroom cultures, nevertheless those trees in the coniferous plantation are obstructive. Therefore, it is difficult to define them as the "silvicultural weed". In this report "weed" is defined as all plants except planted trees.

Studied site

The studied sites are shown in Fig. 1. The climate in Kubokawa near the studied site (Moriguchi) has an annual mean temperature is 16°C and an annual precipitation is 3,200~3,500 mm. The geological structure of the site is mainly shale and sandstone from the mesozoic era. The vegetation type in this region can be categorized as a warm-temperate forest zone. The outline of each sample plot is shown in Fig. 1 and Table 1.

Structure of weed community

The floristic composition of the weed community and its succession were studied by NUMATA'S method²⁴⁾ based on cover (*C*), density (*D*), height (*H*) and frequency (*F*). To clarify

Received December 23, 1981

(1) Silviculture Division

the relationship between the crown expansion of Sugi and growth of the weed community, the unit coaxal quadrat at the stem base of planted Sugi was employed. The sizes of each quadrat are $(12.5 \times 12.5)\text{cm}^2$, $(25.0 \times 25.0)\text{cm}^2$, $(50.0 \times 50.0)\text{cm}^2$, $(100 \times 100)\text{cm}^2$, respectively.

The relative importance of species in the community was expressed as the summed dominance ratio (SDS);

$$\text{SDR}_4 (\%) = (D' + F' + C' + H')/4$$

where D' (density ratio), F' (frequency ratio), C' (cover ratio), and H' (height ratio) are the percentage of species where D , F , C , and H of the first rank species are designated as 100.

The dry weight of the leaves, stems, and branches of all species except planted Sugi were measured. In the latter case, the quadrat size is $(50 \times 150)\text{cm}^2$, and 5 quadrat for both direction of up- and down-side of slope from planted trees. The biomass was measured in each small quadrat which was subdivided into three quadrats of $(50 \times 50)\text{cm}^2$. The changes of the weed community structure after various weedings (C series) were investigated as follows; ten permanent quadrats were established in planted areas with three types of weeding; non-weeding, clear cutting, and belt cutting. The quadrat size was $(100 \times 100)\text{cm}^2$. The each quadrat had a Sugi planted in its center. The floristic composition change has been studied for five years. The biomass of weed was studied after five years later.

As shown in the Fig. 2, the species number increased from year to year until 3~4 years after the Sugi was planted and then decreased gradually. The dominant species changed according to ecological succession processes and weeding. Most of the species which appeared in the ecological succession processes had already in the initial stage just after logging; a result which differs greatly from natural succession.

Classification of the growth forms

Dominant species in the young planted area are replaced within 5~20 years from logging to crown closure of planted trees. However, those dominant species come up at the same time after logging, as mentioned above. Dominant species at each stage will be able to expect from the species growth form, such as seed dispersal, sprouting ability, manner of stem or branch expansion, migrule types, etc. The nine growth forms were classified by growth characteristics as mentioned above (Fig. 4).

(a) Herbaceous (*Crassocephalum crepidioides*) type-I

Species in this type are perennial herbs or winter annual plants, therophyte, and anemochore. After logging trees, these species grow rapidly and widely and invade the bare areas. However, because these species are sun plants and fade under shaded conditions. They appear in the early stage during 1~2 years after logging.

(b) Grass (*Miscanthus sinensis*) type

This type is mainly composed of tall grasses such as *M. sinensis*, *Imperata cylindrica*, etc. all of which propagate rapidly and widely after germination. The grasses are light-demanding and have vigorous rhizomes with many reserve substances for growth. For this reason, these grasses easily become the dominant species in early stage after the weeding or burning.

(c) Shrub (*Rubus crataegifolius*) type-I

This type is well known as a rhizome plant which propagates rapidly and widely in every direction after germination. In this type, *Rubus* sp. often become dominant around the time when *M. sinensis* becomes dominant in the grass type. The mean height of the shrubs is about 1 to 3 m. The aerial parts of the stem die after flowering in fall and the new sprouts

come up again from the base of stem in spring. The stems of the shrubs grow for 2 years after sprouting. These species are comparatively resistant to weeding, but fade rapidly after the closure of forest canopy.

(d) Shrub (*Deutzia crenata*) type-II

This type is composed of shrubs which form the scrub at the edge of forest or the open forest as under growth vegetation. They have a number of stems that are easily established by sprouting and the shrubs extend their crown toward the light space. At the competitive stage, sprouted stems grow fast without branches and quickly exceed the height of the other species. Once they occupy the light space, they put on a lot of branches at the upper stem layer. The new sprouts come up again near the base or the middle of the old stems. This growth system will be more useful when they are at competitive stage for utilizing the solar radiation. This type is considered as a transition into the grass stage.

(e) Tree (pioneer tree, *Mallotus japonicus*) type-I

This type is composed of intolerant trees to shade which often invade wide bare sites. The seeds are scattered by birds. The germinated seedlings grow rapidly under the sufficient light. They have a clear stem and only a few branches. They have large pinnate leaves or long petioles that may play a role of branches. Therefore, less reproductive matter will be provided to the branch and the stem will grow rapidly than the other trees. New shoot often grows up to more than 50 cm in one growing season. The leaves and branches expand like an umbrella in the open space. The trees in this type are higher than those in shrub type-II. However, their life span for growth is shorter than the following tree types-II or III.

(f) Tree (deciduous broad-leaved tree) type-II and (g) tree (evergreen broad-leaved tree) type-III

Their development from sprouting shows shrub forms after weeding or clear cutting. Sprouting from the stump is advantageous, because it builds up the effective production structure early to conquer the other competitive species. The potential natural climax community of broad-leaved trees consists of the tree type-III because of their high tolerance to shade and long life-span.

(h) Herbaceous (*Oplismenus undulatifolius* var. *japonicus*) type-II

Herbaceous species in this type grow under shaded conditions under the forest canopy. Therefore, this type is not so important as competitor for planted tree.

(i) Vine (*Parthenocissus tricuspidata*) type

These are twining and scrambling on the planted trees, however, they are small and creeping after weeding. Vines can easily reach the top of the planted tree in the open plantation without weeding and they cover the planted tree crown. Irregular and feeble stems are often caused by twining vines.

As mentioned above, each type appears in the various ecological succession stage. Each growth form is shown in Fig. 8 under weeding or non-weeding condition.

Biomass of weed community in young plantation

The biomass of weed decreased under the planted tree crown. The increase of biomass from 1 to 5 years in A and B series showed the same tendency after tree planting. However, the biomass in A series after 5 years showed a marked decrease (Fig. 9). The biomass at the clear cutting site was much lower than at the places in the belt- or non-weeding site after 5 years (Table 3).

Production structure and light intensity in weed community

As shown in Table 8, sample plots were chosen in each studied site. The vertical distribution of the relative light intensity in the plant community was measured with two electric photometers; one was placed in the open for measuring the full daylight and the other was placed in each layer of the plant community.

The dry weight of the leaves, stems and branches of all species in the sample plot was measured after stratifying the plant organs into strata of 20 or 50 cm for estimating the productive structure of each weed community.

The vertical distributions of photosynthetic (*F*) and non-photosynthetic organs (*C*) of the pure and mixed weed community are shown in Fig. 11 and 13. The stratum with the largest leaf amount is found around middle height in the *Quercus glauca* and *Miscanthus sinensis* community, and is not so clearly evident in *Crassocephalum crepidioides* community (Fig. 11).

The light depression from the top in the pure community was estimated by BEER-LAMBERT'S formula

$$I/I^{\circ} = \exp (-KF) \dots\dots\dots(1)$$

where *I* is the light intensity in the community, *I*[°] is the light intensity in the open, *F* is the leaf area index, and *K* is the light extinction coefficient. The equation (1) means that *I/I*[°] linearly relates to *F* in a pure community on the semi-logarithm scale. The productive structure of plant community was divided into two types; grasses and herbs from the values of *K* (MONSI and SAEKI).

The extinction coefficient *K* of *Quercus glauca* community was not so different from that of the *Crassocephalum crepidioides* community but quite different from that of *Miscanthus sinensis* (Fig. 12). Fig. 14 suggests that the equation (1) was also realized in a mixed community. Light extinction coefficient *K* in the *M. sinensis* community was 0.22 under the low leaf area index, and the value shows typical grass community type. However, the *K* value increased above 4.5 of the leaf area index. This suggests that light absorbed by stems and dead leaves will increase in lower part of the community.

The production structure changed with the dominant species developed in each mixed weed community. The production structure in the mixed community of *M. sinensis* and woody species was quite similar to the pure community of *M. sinensis*. However, the structure was divided into two typical layers. *M. sinensis* occupied the upper layer of the community and the woody species covered the lower layer. On the other hand, shrubs occupied the upper layer and sprouts the middle or lower layer in the woody species community (Table 9).

The change in production structure indicates that all species in the community come up at the same time after logging or ground preparation. But the development of a dominant species in the community will be due to the growth pattern as shown in Fig. 4 and the light condition in the community. The *M. sinensis* community developed at the weeding site (Photo. 1, Table 3). The woody species invaded the *M. sinensis* community after a few years from weeding into the lower layer of the community. Finally, the community changed into a woody community through mixed and shrubs community.

This development of production structure in the community with successive stages is shown in Fig. 15.

Light condition in weed community

The frequency distribution of relative light intensity at different heights in each weed community is shown in Fig. 16 and 17. The histograms were more or less biased to the left or darker side in the figures, although the pattern of distribution changed systematically with increasing height above the ground. This shift of histograms (from wide distribution to biased distribution to the left or darker side) varied with the height of change of the light extinction coefficient K (Fig. 14) and with the stratum with the largest leaf amount in the production structure (Fig. 13).

Typically, the decrease of RLI related to the stratum with the largest leaf amount in the production structure. The decrease of RLI from the top showed smoothly in the community with the largest leaf amount at the lowest stratum while the decrease of RLI was different from upper to lower parts in the community with the largest leaf amount at middle or higher strata.

The relationship between the height and relative light intensity was shown in Table 12. The weed community was divided into three types by K ; 0.1~0.4 (mainly *M. sinensis* type), 0.5~0.7 (mainly, mixed of *M. sinensis* and broad-leaved or herb type), and more than 0.8 (mainly dense broad-leaved type). Using the values in Table 12, the relationship between height of weed community and the height above the ground at the relative light intensity with 70, 50, 20 and 10% was estimated (Fig. 18 a~d and 20 a, b). These relations will be useful for estimating the light condition of planted tree crowns in the weed community.

Growth of planted Sugi

The studied sites are shown in Fig. 1 and Table 1. Tree height, diameter at 20 cm from ground level, and crown diameter were measured in $(15 \times 15)\text{m}^2$ of the sample plot. In each plot, ten sample trees were chosen for estimating the biomass and primary net production. The number of stems, branches, and leaves from about ten sample trees were estimated in each vertical stratum of 20 cm or 50 cm. The tree height, stem diameter, crown diameter, and RLI were measured in the C series experimental plot for five years (Table 1).

Tree height, stem diameter at 20 cm from ground level, crown diameter, at the weight of each organ increased every year (Fig. 21, 23~25). The growth of height and stem diameter was quite different in the weeding regims. The diameter growth was markedly decreased from 3rd year under the non-weeding condition. However, the height growth was not so significantly different among three weeding treatments. The weight distribution of leaves in each vertical stratum (z ; 50 cm) is shown in Fig. 27. The figures suggest that tree leaves increased horizontally and vertically five years after planting (Fig. 27).

The vertical distribution of weight increments of leaves, stem and total leaves per tree is shown in Fig. 28 and 29. The stratum with the largest amount and increment of leaf was nearly the same until the seventh year. And then only the stratum of the largest leaf amount transferred to the lower level, and the stratum with the largest leaves increment transferred to the higher level. There was a marked difference in the vertical distribution of weight increment of stems among 1 to 5-year-old trees and 8 and 9-year-old trees (Fig. 28, 29). The rate of stem increment increased with lowering height from stem top in 1 to 5-year-old, but increased slightly at the middle parts of the stem in 8 and 9-year-old trees. The vertical characteristics in stem increment of 8 and 9-year-old trees were quite the same as those of

the trees with a long clear length. These results suggest that the leaves in the lower part of planted Sugi do not contribute to stem increment due to the inactivity of old leaves, or leaves suppressed by weeds.

The relationships between leaf weight and the increments of tree height or diameter at 20 cm from ground level are shown in Fig. 30 and 31. The increases of height and diameter growth were proportional to leaf weight increment until 200 g and 450 g, respectively. Above this, growth rates of height and diameter were relatively constant. These results suggest that leaves at the upper parts of the crown contribute to increasing the tree growth rates. Because the crown forms of planted Sugi were nearly the same in every year (Fig. 33), it is possible to estimate the limited accumulative leaf amounts from the top using the relation in Fig. 33 (Fig. 34). This relationship will be important for estimating the leaf amount of planted trees in the weed community with a certain height. If the relations in Fig. 19 a, b and Fig. 34 are examined, the light conditions of crown of planted trees in the weed community can be easily estimated with the following steps. First, a weed community type is chosen. For example, the community in C series (Table 3) were selected as sites for clear cutting, belt cutting, and non-weeding. The communities were *M. sinensis*, *M. sinensis*-woody, and woody types, respectively. Secondly, the relative height to weed community at a certain relative light intensity is calculated from the community height (Table 18 and Fig. 20 a, b), and the relations between the absolute height and the relative light intensity in the community can be determined (Fig. 35). Finally, the relative light intensity at a certain height in the plant community is estimated using Fig. 35 with examples shown in Table 19. Close agreement between observed and calculated values was determined using these 3 steps.



全 刈 区
Clear cutting in each year.



筋 刈 区
Belt cutting in each year.



放 置 区
Non-weeding.

Photo. 1 年 1 回全刈の行なわれた全刈区，スギの根元から斜面の上
下 1 m を刈払った筋刈区，および放置区の雑草木群落。全
刈区ではススキ群落が維持されている（5 年生造林地）
Changes of weed community of various weedings in
5-year-old Sugi platation.