

# 列状（群状）植栽地の施業方法の確立

－前橋営林局における列状・群状植栽林分を中心に－



# 列状（群状）植栽地の施業方法の確立 — 前橋営林局における列状・群状植栽林分を中心に —

## I 試験担当者

企画調整部企画科企画室	佐藤 明 <sup>1)</sup>
企画調整部企画科長	桜井 尚武 <sup>2)</sup>
生産技術部育林技術科植生制御研究室	竹内 郁雄 <sup>3)</sup>
	酒井 敦
生産技術部育林技術科物質生産研究室	石塚 森吉
	川崎 達郎 <sup>4)</sup>
国際農林水産業研究センター林業部	落合 幸仁 <sup>1)</sup>
	奥田 史郎 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 前 生産技術部育林技術科植生制御研究室

<sup>2)</sup> 元 生産技術部育林技術科物質生産研究室

<sup>3)</sup> 前 四国支所連絡調整室

<sup>4)</sup> 前 四国支所造林研究室

## II 要旨

列状・群状（巣植え）植栽による人工林の造成は、省力化、気象害の軽減などを目的に昭和30年代後半から広く行われてきた。前橋営林局管内では、昭和40年代から事業的に列状・群状植栽方法を導入しており、現在、こうした列状・群状植栽林分が初回間伐の時期を迎えつつある。しかし、間伐時期や間伐方法などの施業方法が明確でないため、施業指針の早急な確立が待たれている。そこで、これら造林地の林分構造や林分を構成する個体の形質を明らかにし、それらに及ぼす要因および競合植生の動態等を調査し、これらの植栽方法の得失を評価するとともに、施業指針の作成を行った。

### 1. 群状植栽林分の特徴

群状植栽林分の個々の個体の成長は、巣植えの様式にもよるが普通植栽（方形植え）の対照区に比べて植栽様式の違いによる差異は大きくないようだ。しかし、林分単位でみると、巣間の間隔が広く普通植栽林分に比べて樹冠の開鎖が遅いため、この期間の成長はほぼ閉鎖している普通植栽林分より低い傾向がうかがえる。巣植えの場合、幹が巣の外側に



湾曲するとの指摘がなされているが、今回の調査例では、目立つような湾曲はなかった。また、多雪地帯においては、雪圧による根元曲がりが生じるが、方形植えの普通植栽林分と比して、巢植え林分で根元曲がり軽減される例も、そうでない例もあり、結論を出すまでには至らなかった。群状植栽では、巢の内側と外側で枝下高、枝張り等に違いがあり、伐倒調査により枝葉の付着状態に差のあることが認められた。しかし、着葉状態の不均一さによる幹の肥大成長を検討した結果、偏心成長を示す傾向はあるものの、林業上、問題となるほど大きなものではないと思われた。群状植栽の様式にもよるが、巢内の樹冠の閉鎖はかなり早い時期に生じるものの巢間では20数年を経ても十分な樹冠の閉鎖はなかった。

## 2. 列状植栽林分の特徴

列状林分は、その植栽様式により局所的な立木密度が異なるため、成長も異なる。四国の宿毛ヒノキ試験地では、苗間（水平方向）距離対列間（傾斜方向）距離の比が大きい区ほど平均胸高直径、林分材積が小さい傾向が見られた。これは、列状に植栽された樹木は、空間の開いている部分に向かって枝を張り出していくが、距離が広いと閉鎖までに時間を要し、こうした未利用空間の有無、大きさが、林分当たりの成長量に大きく影響していることを示す。今回の寡雪地帯での調査では、幹曲りは著しいものではない。一方、積雪地帯の場合、根元曲がりが生じたが、これが直ちに列状植栽による影響とはいえなかった。列状植栽林分は、条間にまとまって列状の未立木空間が存在するので、普通植栽の林分に比して雑草木が繁茂しやすい。このため、木本性のツルを含めたツル植物の繁茂を招きやすく、特に落葉性のカラマツ林でツル被害が多くなる傾向が目立った。林冠閉鎖の時期は、条間距離の長短、樹種や立地環境等による植栽木の成長の良否に左右される。

## 3. 施業方法の指針

部分的に密植と疎植をあわせもつ列状・群状植栽林分は、疎植の部分では閉鎖が遅れるので、ツル植物を含めた雑草木の繁茂が目立つ傾向にある。このため、状況に応じてツル切りなどの作業を適宜行う必要がある。林冠が閉鎖してしまえば、列状・群状植栽林分であっても通常の方形植えの林分と同じような取扱いでよい。

前橋営林局内の列状・群状植栽のかなりの林分は、生育環境が厳しく成長は旺盛でないで、局で示した間伐林齢の目安の初回間伐の時期頃に林冠が閉鎖、もしくは閉鎖しかかってくるものと予想される。このため、閉鎖までの段階を含めて、基本的には森林施業の手引きに従うものとする。

個々の植栽様式における留意点は以下のようなものであった。1条および2条植栽の列状植栽林分については、条間に競合個体がなければ、林冠の閉鎖を待って、従来通りの密度管理を行う、未閉鎖の間は、通常では間伐不要。ただし、林冠が未閉鎖であっても標準保育作業に即して形質不良木等の間伐を実施することに問題はない。条間に広葉樹等が侵

入し、植栽木と競合状態にあれば除間伐を行うことも必要である。多条植栽林分については、条間に面した外側条は、2条植栽の場合と本質的には同じ取扱いでよい。内側条は閉鎖が早いので、内側条だけの占有面積をもとに密度管理図を適用し、収量比数を調べる。ただし、3条植栽の内側、つまり中央条の場合、側方からの光の影響もあり、収量比数だけでなく、中央条の枯上がり等も目安に、総合的に間伐の要否を判定する。4条以上の多条植栽では、普通植栽の場合と同様に収量比数をもとに対処する。これらの林分での間伐は、立て木仕立て法をもとに内側条の個体だけでなく、外側条の個体を含めて選木して行うことなどを上げた。

群状植栽林分については、巢単位で間伐を行うことを前提にする。ただし、3本巢植えの林分では、「3本鼎立の場合、いずれも立て木として共存させる」との観点から、当分の間、間伐はしない。4本巢植えでは、巢間の閉鎖を待って、従来通りの密度管理を行う。5本巢植えも基本的には4本巢植えの場合と同じなどが上げられる。

（佐藤 明）

# III 試験目的

## 1. 背景

1960年代から1970年代にかけて、群状に共生することによる高生産性や森林の初期保育作業の省力化、気象害の軽減などを目的に群状植栽（巢植え）や列状植栽による造林が全国各地で実施され、かなりの面積の人工林が造成されてきた。その後、巢植え林分での高い生産量の確保は否定された（只木 1967）ものの、省力化、気象害の軽減などから前橋営林局管内においても、列状、および群状植栽は、昭和41（1966）年前後から一部の署において試験的に行われ、昭和47（1972）年頃から本格的に事業として導入された。その結果、列状植栽においては、面積の多少、導入年度の早晚は別として、同局内のほぼ全営林署に渡って行われ、また、群状植栽にあっても13の営林署で実施されてきた。しかしながら、群状植栽は、平成に入ってから坂下営林署で遂行されてきたものの、巢植えに対する見方に変化が生じたためか、現在は一署も実行されていない。一方、列状植栽については、省力の観点からカラマツを植栽している地帯を中心に各地で継続され、現在に至っている。

これまでも巢植えは、「部分的に閉鎖を早く行わせて植え付ける苗木の数を少なくする、いわば密植と疎植の利点を合わせ求めたものである」（佐藤 1983）といった指摘や、これの「長所として①地拵えの労賃が節約できる、②補植の必要がない、③苗木の節減で植栽経費が安い、④下刈り労力の節減と機械による効率向上が可能、⑤雑草木との競争が有利となる、⑥雪害、風害に対する抵抗力が大きくなる、⑦巢間の雑草木のための地力維持に有効であるをあげている。短所として間伐の困難性を上げている程度である」（真部 1983）といった評価がなされているが、列状植栽の場合もこれらの事項と重なる部分が多い。



すなわち、局所的には密植となっていて早い時期に閉鎖し、競争を開始しているのに対し、ある部分は、まだ未閉鎖の状態といったことで、真部の指摘のように、どのように保育、間伐して良いか難しい面を持っている。

近年、これらの林分の多くが、初回間伐の時期を迎えつつある。しかし、上述したように、この種の造林地に関する保育指針は明確には確立されておらず、早急に施業指針を作成する必要に迫られている。特に、前橋営林局でその対応が急がれているので、ここでは前橋営林局管内の列状・群状植栽林分を中心に実態を調査、解析し、同局におけるこれらの林分の取扱いを検討することにした。

## 2. 現状

これまでに実施された列状および群状の植栽様式を表3-1、および表3-2に示す。

表3-1 列状植栽の主な実行例

	苗間	列間	条間	植栽本数	苗間	列間	条間	植栽本数	苗間	列間	条間	植栽本数
一条植え	1.00	—	3.30	3,000	1.25	—	4.00	2,000	1.67	—	3.00	2,000
二条植え	0.83	1.50	4.50	4,000	1.00	1.00	5.67	3,000	1.00	2.00	4.00	3,330
	1.11	1.20	4.80	3,000	1.11	1.50	4.50	3,000	1.11	2.00	7.00	2,000
	1.18	1.70	4.00	2,980	1.20	1.20	4.50	2,920	1.67	2.00	4.00	2,000
	1.76	1.70	4.00	1,990								
三条植え	1.00	1.00	5.50	4,000	1.20	1.00	4.00	4,170	1.32	1.32	3.06	3,990
	1.40	1.00	5.10	3,020	1.50	1.00	4.50	3,080				
四条植え	1.00	1.00	7.00	4,000	1.25	1.00	5.00	4,000				

(単位はm, 立木本数; 本/ha)

(三条植栽の例)

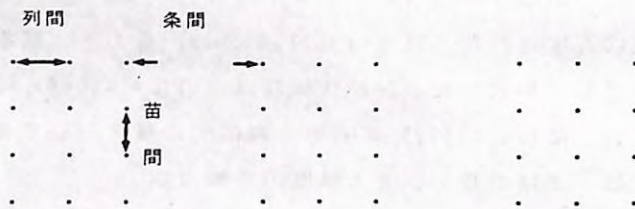
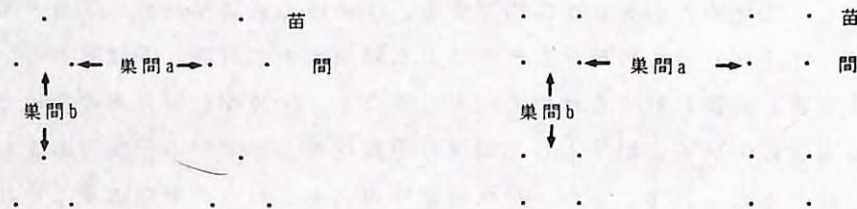


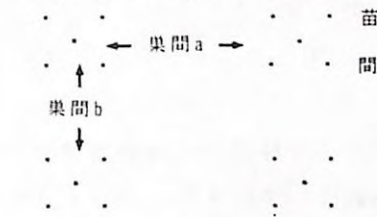
表3-2 群状植栽(果植え)の主な実行例

三本果植え					四本果植え				
苗間	果間a	果間b	群数	立木本数	苗間	果間a	果間b	群数	立木本数
1.00	2.30	2.16	1,000	3,000	1.00	2.65	2.65	750	3,000
1.00	3.02	2.88	666	2,000	1.00	2.20	2.20	1,000	4,000
					1.20	2.00	2.90	750	3,000



五本果植え

苗間	果間a	果間b	群数	立木本数
0.71	2.54	2.54	800	4,000
1.00	3.07	3.07	600	3,000
1.20	2.90	2.90	600	3,000



七本果植え

苗間	果間a	果間b	群数	立木本数
0.80	2.40	2.40	500	3,500

(間隔: m, 群数; 果/ha, 立木本数; 本/ha)

このように列状植栽における条数、植栽間隔、また、群状植栽におけるha当たり群数、1群当たり植栽本数、植栽間隔等は多種多様である。このため、列状植栽、群状植栽として、一括して論議することはできない。

表3-3は、前橋営林局内におけるこれら植栽様式の造林面積の推移について示した。

表3-3 前橋営林局における樹種別の列状植栽および群状植栽の年次別造林面積

樹種	昭41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
スギ	60	6	27	10	107	367	574	1064	1078	868	692	560	354	303	466
ヒノキ				1	2	4	161	343	258	244	181	144	73	59	114
アカマツ			16	1	245	147	249	728	704	562	438	282	238	154	293
カラマツ	11	17	34	91	151	336	510	809	994	1015	743	751	442	386	505
その他						2	21	3							
小計	71	23	61	103	505	856	1515	2947	3034	2689	2054	1737	1017	902	1378
スギ	47	52	2	13	7	133	171	375	293	287	238	333	255	234	162
ヒノキ							29	77	65	21	56	58	65	49	6
アカマツ	2	16	1			24	102	209	261	208	193	96	121	95	27
カラマツ							6	130	174	205	149	170	124	159	32
小計	49	68	3	13	7	157	308	791	793	721	636	657	565	537	227
合計	120	91	70	116	512	1013	1823	3738	3827	3410	2690	2394	1672	1439	1605

樹種	昭56	57	58	59	60	61	62	63	平成元	2	3	4	5	6	7
スギ	361	311	319	275	200	120	95	112	46	59	48	33	13	11	17
ヒノキ	88	163	179	190	137	110	101	98	55	41	12		3	4	
アカマツ	279	241	90	72	33	5									
カラマツ	644	601	233	344	382	223	171	133	50	47	21	21	24	10	21
その他															
小計	312	1316	821	881	752	458	367	343	151	147	81	54	40	25	38
スギ	134	136	89	99	74	31	35		29	28					
ヒノキ	1														
アカマツ	19	23	1	4											
カラマツ	4														
小計	158	159	90	103	74	31	35		29	28					
合計	530	1475	911	984	826	489	402	343	180	175	81	54	40	25	38

\* その他にはストロブマツ、ウラジロモミ。単位はha。(前橋営林局調べ)

平成7年度末における累計面積は、列状植栽が25,834ha、群状植栽が6,239haとなっており、ピークはともに昭和49年で列状植栽、群状植栽はそれぞれ3,034ha、793haであった。現在も列状植栽は、最盛期の1%前後とわずかながら、スギ、カラマツを中心に継続



して行われている。一方、群状植栽は、平成2年の28haを最後に、それ以降局内では実施されていない。

樹種別にみると列状植栽は、カラマツが9,720ha、スギが8,556haと多く、アカマツはこれらの半分の4,767ha、ヒノキでは2,765haで、そのほかにモミヤストロブマツなどがわずかながらあった。一方、群状植栽は、スギが3,257haと最も多く、次いでアカマツが1,402ha、カラマツが1,153haと続き、ヒノキは最も少なく427haであった。

署別では、列状植栽はカラマツの植栽の多い沼田や草津営林署で、植栽面積がそれぞれ3,600haおよび2,950haと多かった。これに対し群状植栽は、宇都宮および坂下営林署が群を抜いて多く、それぞれ2,510haおよび2,130haと両署で全体の74%を占めた。特に坂下営林署の群状植栽は、平成2年まで継続的に実施されていた。

これらの植栽地が、現在、初回間伐の時期を迎えようとしている。

### 3. 調査の目的

こうした状況のもとで、列状植栽や群状植栽林分の施業指針を作成する一環としての基礎資料を得るために、それら造林地における林分構造と林分を構成する個々の成立木の形態やそれに及ぼす要因、および競合植生の動態等を調査し、列状植栽や群状植栽の得失について評価を行うことにした。これらの結果をもとに、列状植栽や群状植栽林分の下刈り、除伐や間伐などの保育施業基準の作成を図ることを目的とした。

(佐藤 明)

## IV 試験の方法と結果

### 1 群状植栽林分について

群状植栽(巢植え)林分の今後の取扱いの基礎資料を得るため、植栽から20年前後を経過した林分を中心に調査区を設定した。試験地は、前橋営林局管内の多雪地域に位置する坂下営林署と水上営林署の管内に、寡雪地域では前橋(現高崎)営林署の管内に設け、対照(方形植え)区の林分も含めて林分構造、および個々の植栽木の生育状態等を調査するとともに、群状植栽の功罪について検討した。

#### 1.) 坂下スギ群状植栽試験地

##### (1) 試験地の概要

多雪地域における群状植栽林分の特性把握のため、前橋営林局坂下営林署管内の群状植栽林分に試験区を設けた。当営林署ではごく最近に至るまで、スギを中心に群状植栽を実施してきた。奥会津地域に属する本地域は、冬期の積雪量が1~2mに達するため、群状植栽の目的の1つは雪圧害等を軽減することにあるといえる。試験地域の年降水量は、おむね1,500mm程度、年平均気温は10.5℃前後である。

調査はスギを対象に行った。調査林分は野尻および喰丸森林区内にある4本および5本を巢とした群状林分と、普通植栽の2林分で、1991年に調査した(表4-1)。ここでの

表4-1 坂下スギ調査林分の概要

	林齢 (yr)	斜度 (°)	植栽本数 (No./ha)	密度 (No./ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	平均枝下高 (m)	幹曲がりの程度 (cm)
普通植栽Ⅰ区	14	28	2,500	2,500	7.0	4.35	0.53	117
普通植栽Ⅱ区	36	2	3,000	1,175	26.7	18.1		87
4本巢植え区	23	5	3,000	2,600	9.1	5.48	2.05	88
5本巢植え区	17	30	3,000	2,900	8.5	5.08	1.57	145
中央木					6.8	4.36	1.63	142
外周木					8.9	5.25	1.56	145

基本的な植栽間隔は、普通植栽では1.8m、4本巢植え区では巢内4隅の一辺の距離が0.8mで巢間の距離は2.6m、5本巢植え区では巢内4隅の距離が1.2mで巢の中央に中央木が植えられ巢間隔は4.1mあった。調査地の標高は600~950mの範囲にあり、傾斜は30度内外の急な地形ほぼ平坦な地形上の2つに分けられた。植生は調査林分により異なり4本巢植え区ではヤマハギ、タラノキ、コナラなどの広葉樹、5本巢植え区ではチマキザサが優占し、普通植栽の30林班の林分では、クサソテツ、タマアジサイなどが見られ、68林班のそれではワラビ、タニウツギ、ヤマブドウなどが見られた。なお、本地域では、ある時期ほとんど普通植栽が実施されなかったため、巢植え区に隣接する適当な普通植栽林分が得られず、調査林分間で林齢差が生じた。

### (2) 調査の方法

調査は、各林分とも方形区を設定し、全ての立木に番号を付した後、樹高および胸高直径を測定するとともに、形質と関係深い枝下高および雪圧による根元曲がりを幹曲がりの程度として調べた。幹曲がりの程度は、ここでは根元と胸高付近のずれ幅で示した。さらに群状植栽した樹木は斜立する(汰木ほか1988)といわれており、巢植えの特性を把握するため、個々の幹の傾斜方向についても調査した。

### (3) 結果と考察

#### a. 調査林分の生育状況

毎木調査の結果を表4-1に示す。調査林分は、越後・会津地方のスギの収穫表で見ると、普通植栽のⅡ区で比較的良好な成長を示しているほかは、地位Ⅲ等以下であった。この原因の1つとして、調査区の標高が比較的高いことが関係していると思われる。

すでに触れたように調査林分間で林齢や傾斜などが異なるので、生育状態を比較するのは容易でないが、植栽様式の違いと関連づけて検討すると以下の点が指摘できる。

樹高をもとに枝下高を比較する(表4-1)と、局所密度の高い巢植え区のほうが高い傾向があったが、巢植え区の4本区と5本区の間では著しい違いはなかった。また、巢内での比較、すなわち、5本巢植え区の中央木と外周に植えられた木では、側圧等の影響が大きい中央木で樹高、胸高直径ともに小さく、枝下高に関しては、樹高に比して中央木



で特に高い傾向にあった。

#### b. 幹曲がりの程度

多雪地帯では、雪圧の影響により多かれ少なかれ必ず根元曲がりを形成する(小野寺 1990)といわれている。そこで、ここでは群状植栽によって根元曲がりが軽減・回避できるかどうかを幹曲がりの程度から検討した。

その結果、普通植栽林分のⅡ区と4本巣植え区で幹曲がりの程度は小さく、表4-1を見る限り植栽様式との関係は得られなかった。これら2つの林分は、いずれも林齢は高く、ほぼ平坦な地形にあったが、根元曲がりは生物的要因より環境要因の影響のほうがはるかに大きいとされているので、根元曲がりは生育地の傾斜に関係しているといえる。こうしたことから、雪圧による根元曲がりの影響を群状植栽によって除くことは難しいと思われた。

図4-1は5本巣植え区での巣を構成する植栽木の成立位置、斜立方向および幹曲がりの程度を示したものである。外周木、中央木のいずれもが幹曲がりの程度は大きく、雪害は軽減できていない。

(門の直径は2m)

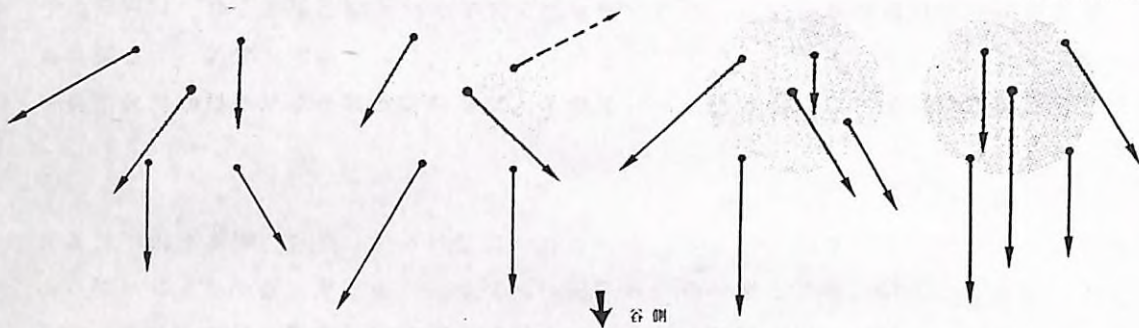


図4-1 5本巣植え区における各成立木の傾斜方向および幹曲がりの程度

#### c. 曲がりの方向

巣を構成する樹木は、巣の外側に傾く傾向が指摘されている。そこで、多雪地帯の巣植え区でもそのような特性が認められるかどうかを検討した。その結果、急傾斜地にある普通植栽のⅠ区では、図4-2に示すようにほとんどの個体が一樣に谷方向に向かって根元

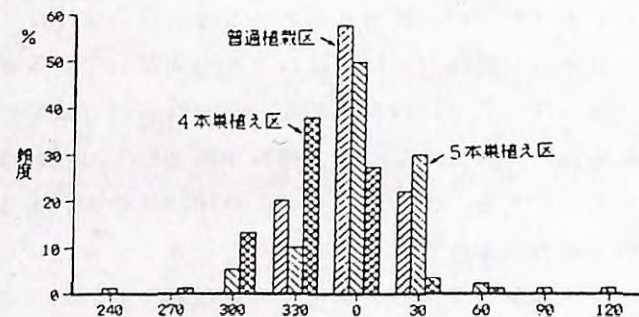


図4-2 坂下スギ試験地の成立個体の傾斜方位 (谷側を0として時計回りの角度)

曲がりをしていた。これに対し、群状植栽林分では、傾斜の緩い4本巣植え区でも急斜面にある5本巣植え区でも、曲がりの方向は一定でない傾向にあった。

図4-3は5本巣植え区で、中央木と外周木の方角の分布を示したものである。外周木では谷側に向かって1つのピークを持つ分布を示したが、中央木では谷側方向とそれを挟んで60度の2方向、あわせて3つにピークを持っていた。中央木で複数ピークを示すのは、雪圧と外周木の側圧とによる直接的・間接的な影響が複雑に関係した結果と考えられる。

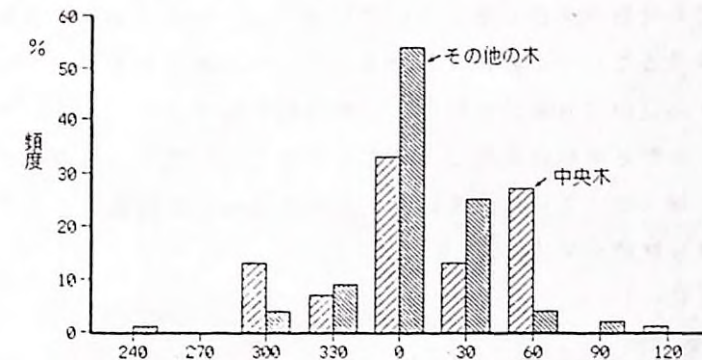


図4-3 5本巣植え区構成木の傾斜方位 (谷側を0として時計回りの角度)

#### (4) まとめ

群状植栽は雪害に対して抵抗性をもつ(飯盛・畑中 1972)との報告もあり、雪害の発現状態は、同じ多雪地帯でも雪質や地形、林齢などによって異なることが予想される。しかし、今回の坂下営林署管内の調査結果に限って言えば、東北南部多雪地帯の群状植栽は、幹曲がりを軽減させる効果は少なく、形質向上にほとんど寄与していないことが指摘できる。

(佐藤 明・奥田史郎・落合幸仁)

#### 2) 水上スギ群状植栽試験地

##### (1) 試験地の概要

本試験地は前橋営林局水上営林署12林班え小班の昭和44年春に植えられたスギ林分に設けた。試験地はホワイトバレースキー場に近接していて、冬期の最大積雪深は2m前後と多雪地帯における群状植栽林分にあたる。植栽様式は、群状区は5本巣植えで巣と巣の中央木間の距離が4.0m、巣内の4角の個々の個体間の一辺の距離は1.0mで、中央木とそれらとの距離は0.7mとなっている。一方、群状林分に隣接する対照区の普通植栽林分の植栽間隔は1.77m×1.77mとともに、ha当たりの植栽本数は3,200本であった。

調査地の斜面は群状区が南向き、普通植栽区が北西向きで、傾斜は群状区のほうがやや急で30~35°、普通植栽区では25~30°であるが、標高は両区ともほとんど変わらず800m前後である。また、年平均気温は12.8℃前後、年平均降水量は約1,550mmである。林床層には、ゼンマイ、ヤマブドウ、クマイザサ、チシマザサ、アブラチャン、ハクウンボク、タ



ニウツギ、クマシデ、アオダモ、ホオノキなどが疎生していた。

## (2) 調査の方法

調査は、いずれの林分とも方形の調査区を設定した後、樹高および胸高直径を毎木測定するとともに、山側、谷側を基準に4方向の枝張り、および幹の曲がりとその方向について測定した。幹の曲がりとは全ての測定木に認められたので、根元から谷側方向に最も大きく曲がった点をずれ幅として測定した。また、枝張りは、それぞれの個体の胸高部位を基点として4方向の枝の位置を測定した。特に群状区では、巣内の相対位置関係をもとに樹冠の重なり状態を調べるために、各巣における中央木の胸高部位を基点とし巣内の4隅に位置する個体の胸高部位の位置関係を測定し、樹冠投影図を描いた。曲がりの形状はS字状に曲がっているS字型と単純に湾曲しているC字型とに分類し、曲がりの程度は大、中、小の3段階に分けて調べた。さらに、樹高および胸高直径の測定値をもとに、前橋営林局のスギ材積表から林分材積を求めた。

## (3) 結果と考察

### a. 毎木調査の結果

群状区および対照区の毎木調査の結果を表4-2に示す。残存率は普通植栽区で高く、

表4-2 水上スギ群状植栽試験地の概要

		群状区	普通植栽区
立木本数	(No./ha)	2,400	2,950
胸高直径	平均/最大~最小(cm)	14.6/21.3-8.3	12.1/17.5-4.3
樹高	平均/最大~最小(m)	10.5/14.8-4.6	9.7/12.8-4.1
胸高断面材積	(m <sup>2</sup> /ha)	43.69	36.12
林分材積	(m <sup>3</sup> /ha)	199.2	178.7

林齢26年生で立木本数は群状区のほうがha当たり2,400本と普通植栽区に比してha当たり550本少なかった。こうした立木密度の低さが平均胸高直径に反映し、群状区が普通植栽区よりも2.5cm大きくなって表れているのかもしれない。いずれにしろ、群状区のほうが、立木本数が少ないにもかかわらず林分材積は20m<sup>3</sup>/haほど大きかった。

### b. 巣内の構成木の成長

5本巣植栽の群状区では、調査区内の16巣のうち、5本全てが生きている巣は7つしかなかった。これら完全巣における平均樹高および胸高直径を表4-3に示す。樹高については、中央木と谷側の1方の個体とはほぼ等しく9.8mと他に比べて低かった。しかし、胸高直径については、中央木のみが明らかに他の個体より細く、側方からの影響を受けた結果といえる。

次いで、不完全巣の枯損木の位置について調べた。その結果、今回の9つの巣の調査では、中央木が枯死したものは1つしかなかった。一般に、5本巣植栽では中央木が被圧され枯れやすいといわれているが、本試験地では側方からの影響は認められるものの枯死に至るまでの被圧はなかった。

表4-3 完全巣における巣内の成立位置ごとの平均樹高および胸高直径

		山↑	
H: m	10.25		11.59
dbh: cm	(15.1)		(15.0)
		9.84	中央木
		(13.3)	
		谷↓	
	10.89		9.83
	(15.6)		(14.6)

### c. 枝張り

群状区および普通植栽区における枝張りの状態を図4-4に示す。図から明らかなよう

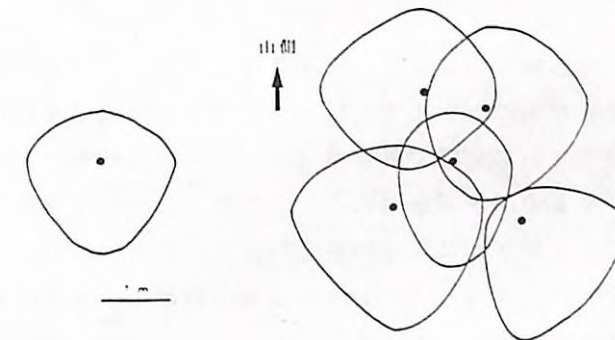


図4-4 群状区および普通植栽区における枝張りの状態

に、5本巣植栽区では、中央木の枝張りが普通植栽区の個体のそれを含めて最も小さかった。このことが、表4-3に示した中央木の直径が細いということと関連しよう。群状区の4隅に位置する個体の枝張りは、いずれも巣の外側方向に大きくなる傾向が認められた。また、巣の4隅の内側は、樹冠の交差状態から完全に閉鎖しているといえる。しかしながら、巣間における樹冠の閉鎖はまだ十分とはいえない。一方、普通植栽区の枝張りも隣接する個体の樹冠と互いに交差している状態には至っていない。従って、26年生の林分であっても、本試験の群状区、普通植栽区とも、林冠は閉鎖状態にないと判断できる。

### d. 幹曲がり

群状区、普通植栽区とも全ての個体は、雪圧による影響で曲がりが生じていた。そこで、幹曲がりについて調査した結果を表4-4に示す。曲がりによる根元からのずれ幅は群状区で92cmであったのに対し、普通植栽区ではさらに大きく118cmであった。しかし、幹曲がりの形状については、群状区と普通植栽区で出現割合等に変わりはなかった。一方、傾斜の方向も、谷側真下に向かって両側30°の範囲に向いており、両者で際立った差異は見られない。



これらの結果は、先の坂下営林署の群状植栽林分の例と明らかに異なった。このように幹曲がりの程度が、群状区のほうがいくぶん傾斜がきついものの、普通植栽区より群状区で小さいという傾向が認められたのは、巣植えによる効果といえるかも知れない。

表 4-4 水上スギ群状植栽試験地の幹曲がりの実態

		群状区		普通植栽区	
幹曲がりのずれ幅		92.4cm		118.1cm	
幹形	S字型	23本	39.7%	23本	40.4%
	C字型	35	60.3	34	59.6
傾斜方向 谷側に	右60°	1	1.7	-	----
	右30°	21	36.2	17	29.8
	真下	26	44.8	23	40.4
	左30°	10	17.2	15	26.3
	左60°	-	----	2	3.5
曲がり程度	小	31	53.4	27	47.4
	中	19	32.8	18	31.6
	大	8	13.8	12	21.1

#### (4) まとめ

本試験地は、群状区と方形植えの普通植栽区が隣接しており、植栽様式の違いに起因する現象を抽出するのに適したものといえる。斜面の向きおよび傾斜角にわずかな差はあるものの、幹曲がり程度の小さい群状区で斜度が30~35°と普通植栽区の25~30°に比べて大きいため、斜面の違いなどの環境要因はこのことに関与しないと推定できる。よって、幹曲がりが小さかったのは、巣植えによる効果といえるかも知れない。

一方、群状区と普通植栽区の成長を比較してみると、群状区の方が樹高および肥大成長とも旺盛であった。立木本数に差があるものの、群状区の方が200m<sup>3</sup>/haと林分材積も大きかった。こうした成長の違い、つまり早期に一定の太さに達するなどが積雪による幹曲がりを軽減させているのかも知れない。

いずれにしても、多雪地帯の巣植えの林分で幹曲がりが軽減されるという報告は、後述するようにすでにいくつか見られる。本試験の結果はその系譜に属するものといえよう。

(佐藤 明・奥田史郎・酒井 敦)

### 3) 三の倉スギ群状植栽試験地

#### (1) 試験地の概要

本試験地は前橋(現高崎)営林署三の倉国有林の106林班い小班にある、4本巣植えの群状植栽地である。植栽様式を図4-5に示す。昭和47年秋植栽で、植栽時のha当たりの本数は3,500本であった。本林分のha当たりの巣の数は、875あることになる。試験地は、ほぼ真南向きで傾斜は20°前後の斜面上にある。標高は約710m、冬季の積雪はわずかである。これまでの保育は、昭和50年まで下刈り4回、刈出しは51年に1回、そして除伐を55年および61年に各1回実施してある。

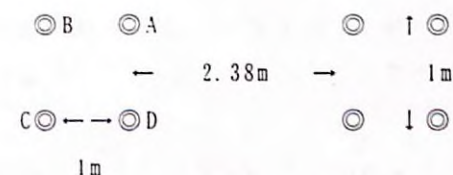


図 4-5 群状区における植栽様式 (図中のA, B, C, Dは表4-5, 6に対応)

本試験では普通植栽区として、昭和46年植栽の1.8m×1.8m方形植えの普通植栽林分に試験区を設定、調査した。普通植栽区も向きは南向きであったが、傾斜はやや緩く10~15°である。下層には、いずれもコアジサイ、クサギ、コアカソ、チヂミザサ、アズマネザサ、サンショウ、コハウチワカエデ、ウワミズザクラ、ヤマグワやオニドコロなどが見られた。

#### (2) 調査の方法

群状林分および普通植栽林分に方形区を設定し、個体番号を付した後、胸高直径、樹高および枝下高について毎木調査を実施した。同時に根元からの幹の曲がりを胸高部位と地上5m部位で測定した。枝下高は普通植栽区では、斜面の上下、すなわち、山側と谷側に分けて、群状区では4本巣の中心に向いた巣の内側と外側に2分して測定した。

植栽様式や巣内の植栽位置の違いによる枝葉の付着状態の均一性および偏心成長等を調べるために、それぞれの林分の胸高直径の分布をもとに、供試木を大中小7本ずつ選び、伐倒調査を行った。伐倒木は、普通植栽区では山側に、群状区では巣の内側にあたる幹にスプレーペンキでマークした。次に、根元から0.3m、ついで1.3m、2.3mと1mおきに玉切りする部分をマークし、それぞれの層毎に幹の生重量を測定した。枝葉については、層毎に、普通植栽区では山側か谷側に分け、群状区では巣の内側と外側に分けて測定した。なお、スギの葉は、枝と仕分けが難しい。そこで、緑色を保っている部分は便宜的に葉とした。また、玉切った基部からは、年輪解析のための円盤を、さらに各器官からも乾重量に換算するためのサンプルを採取し、研究室に持ち帰った。これらのサンプルは、85℃の熱風乾燥器で3~5日乾燥させ、乾重量を求めた。現存量の推定は、断面積比推定法によって算出した。

各個体のそれぞれの層から採取した幹の円盤は、ペンキでマークした部分を基点に髓に向かって直線をひき、そのまま反対側まで伸ばす。ついで、髓でこの線に直交するように線をひき、それら4方向について毎年毎に年輪幅を測定した。樹幹解析により幹材積および材積成長量を求めるとともに、山側と谷側で、また巣の内側と外側で肥大成長に偏心傾向があるか否かを検討した。

#### (3) 結果と考察

##### a. 調査林分の生育状況

毎木調査の結果を表4-5に示す。普通植栽区のほうが樹高、胸高直径とも大きく、林分材積も90m<sup>3</sup>/haほど高いが、これは林齢が普通植栽区でわずかに高いほか、普通植栽区の地位はI等地に相当するのに対し、群状区のそれはII等地と立地条件が普通植栽区のほう



が良好なためと思われる。しかしながら、樹幹解析による年材積成長量についてみると、普通植栽区、および群状区ともそれぞれ19、および20m<sup>3</sup>/ha・yrと近年は成長に差が認められなくなってきた。

一方、枝下高は、普通植栽区では4方向とも7mから8mの範囲にあったが、群状区では巣の内側と外側で差があり、平均値で1.5m、巣の位置によっては最大で2.0m前後の違いが認められた。

巣内での位置の違いによる成長は、斜面上方から見て谷側左(D)に成立している個体が大きい傾向を示す以外大きな違いはない。群状区の方形区には、23の巣が存在したが、4本が全て成立している完全巣は9つしかなかった。

表4-5 三の倉スギ群状植栽試験地の林分概要

植栽 様式	立木本数 No./ha	DBH cm	樹高 m	林分材積 m <sup>3</sup> /ha	枝下高 m			
					上部	下部	左側	右側
群状区	2,600	13.5	10.6	285	6.8	5.4	5.3	6.7
巣A	--	13.1	10.5	--	6.5	5.6*	5.3	6.5*
B	--	12.8	10.2	--	6.6	5.5*	6.3*	5.5
C	--	12.5	10.1	--	7.1*	5.1	7.0*	4.9
D	--	15.3	11.4	--	7.2*	5.4	5.3	6.8*
普通植栽区	2,580	15.0	12.2	373	8.0	7.2	7.9	7.1

注：枝下高における左、右は斜面上方から見た場合。\*の印は巣の内側を示す

#### b. 幹曲がり

幹の曲がりを調査した結果を表4-6に示す。胸高部位での曲がりについては、普通植栽区と群状区では差異が認められなかった。しかし、

表4-6 三の倉群状植栽試験地の幹曲がり形状

地上5mの部位では、群状区より普通植栽区での曲がりが大きかった。幹の形状で比べても、幹が通直な個体の比率は群状区のほうが58%と高く、本試験地においては、巣植えによる幹の曲がりは問題にならないといえる。

植栽 様式	幹曲がり cm		形状 %		
	胸高部位	地上5m部位	通直	C字型	S字型
群状区	9	16	57.5	13.7	28.8
巣A	8	11	43.8	6.3	50.0
B	8	16	58.8	11.8	29.4
C	10	19	52.6	26.3	21.1
D	9	18	71.4	9.5	19.0
普通植栽区	9	30	35.3	45.1	19.6

#### c. 伐倒調査の結果

群状区では、巣の内側と外側で枝下高に違いがみられるだけでなく、枝張りも外側に大きいという傾向がみられ、枝葉の付着状態にも差があると思われた。これらを確認するため、巣の内側と外側に分けて、また、普通植栽区でも山側と谷側とで2分し、層別刈り取り法により枝葉の現存量を測定した。同時に、幹の現存量も測定し、地上部現存量をまと

めたものが、表4-7である。

表4-7 三の倉群状植栽試験地の林分現存量

(ton/ha)			
群状区		普通植栽区	
幹	102.4	幹	121.8
枝	12.0	枝	11.9
巣内側	4.4	山側	5.4
巣外側	7.5	谷側	6.6
葉	20.1	葉	17.5
巣内側	7.8	山側	8.6
巣外側	12.3	谷側	9.0
合計	134.5	合計	151.2

幹重量および地上部重量は、普通植栽区のほうが大きい、枝の重量は等しく、葉の重量は、群状区が20ton/haと普通植栽区より2.5ton/ha多かった。しかし、葉の現存量はこれまで報告されている閉鎖スギ林分の平均値に近い。群状区で、普通植栽区より葉の量が多かった理由として、巣間の閉鎖が遅れ枝下高が低く光が樹冠下部まで透過し樹冠長が大きくなっていることが上げられる。

巣の内側と外側で枝葉の重量を比べると、個体単位で見ると、伐倒木でばらつきがあり、小径木では巣の外側より内側のほうが着葉量の大きい傾向を示すものもあるが、林分全体で見ると、巣の内側は全体の4割に満たないほどで外側方向の6割に比して少ない。普通植栽区でも、谷側のほうが光条件は良いためか、一般に枝下高も低い、葉の量の差異は45%と55%で、谷側で1割ほど大きかった。このことは、一般の林分でも、樹冠を2分すれば、1割程度の差は生じるもので、樹冠における着葉状態は必ずしも一様でないということを示唆している。以上のように、群状区での巣の内側と外側での20%を超える着葉量の差は、普通植栽の林分の山側、谷側の差に比べて著しく大きいといえる。

#### d. 枝葉の現存量の垂直分布

上述したように、巣の内側と外側で枝葉の付着状態に差の大きいことが明らかとなった。そこで、樹冠のどの層で違いがあるのかを枝葉現存量の垂直分布図(図4-6)により検

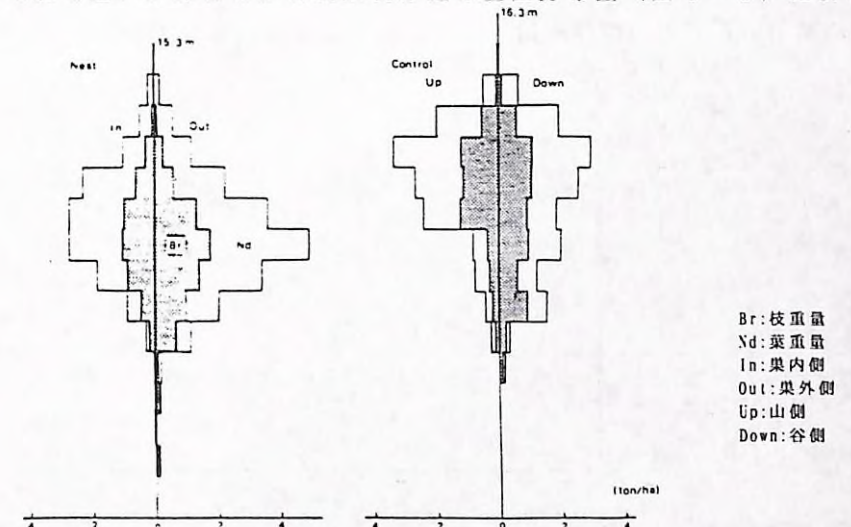


図4-6 群状区および普通植栽区における方向別の枝葉の現存量の垂直分布



討した。左図が群状区の垂直分布である。枝については、群状区では巢の外側で量的に多いものの、下層を除くと垂直分布に大きな違いは見られない。普通植栽区の枝の垂直分布は、山側と谷側で上から6層ほどは差がなく、両側とも目立った集中層はない。葉については、群状区では、巢の外側のほうが葉層が厚く、最大葉量層は上から6番目の層にあり、そこでの着葉量も他の層に比べて目立って大きい。巢の内側の最大葉量層は外側のそれと同じか1つ高い層の位置にある。また、各層の比較では最上層を除き外側の着葉量より内側で少なく、巢の内外での較差は大きい。一方、普通植栽区の垂直分布では、山側、谷側とも最大葉量層が上から4番目の層にあり、6層までは同じような分布を示し、全体的にも着葉量は樹冠層の上部に集中している傾向が見られた。

葉量の垂直分布に見る普通植栽区と群状区の違いは、すでに述べたように林内への光の透過の違いが関係していよう。すなわち、普通植栽区では林冠がほぼ閉鎖状態にあるため葉は上層に集中した分布を示している。これに対し、群状区では巢内が閉鎖しているのに比べて巢間は樹冠が完全に閉鎖していないので、巢の外側に面する樹冠では、樹冠下部まで光が到達していることを反映し、最大葉量層が比較的低い層に表れたといえる。

#### e. 幹の偏心成長

群状植栽、列状植栽においては、着葉の不均一さによる幹の偏心成長が問題視されている。普通植栽区では、前述したように着葉量で1割前後の差異が認められている。一方、群状区では、個々の伐倒木でみると、内側の葉量が6割に近いものから15%ほどしかないものまで大きな違いがあり、林分単位では巢の内側で全体の葉量の38.8%、外側のそれは61.2%と、平均で22%の差があった。このようなアンバランスな着葉状態下で、正円に成長するのか否かを樹幹解析の結果をもとに検討した。

着葉状態は現時点のものであり、肥大成長は、これまでのさまざまな要因のもとで生じた結果であるので、直ちに結論づけるのは問題があるが、巢の内側の着葉割合（Lr）と幹の偏心率（Br）のとの関係を図4-7に示す。なお、ここでの偏心率は、巢の内側方向の

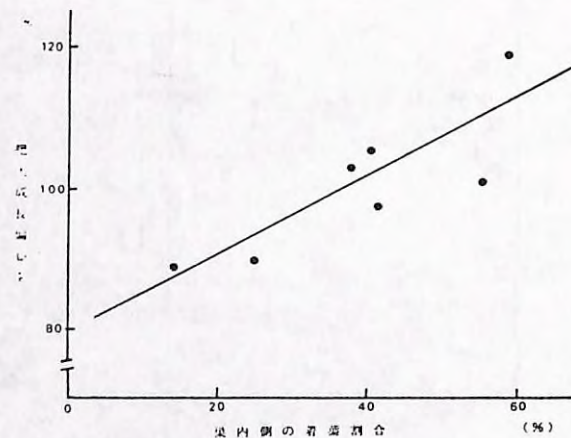


図4-7 巢内側の着葉割合と肥大成長偏心率の関係

年輪幅（ld）と外側方向のそれ（0d）の比率（=ld/0d）とし、元玉に相当する材採取の位置に相当する円盤（0.3mから4.3mまでのもの）をもとにした平均値である。その結果、両者には

$$Br = 0.5494Lr + 79.229 \quad (r^2 = 0.7127)$$

の直線関係が認められた。

一方、普通植栽区についても同様の解析をおこなった。しかし、谷側と山側の幹の偏心率は、伐倒木7本のなかで最も乖離したものでも8%に満たず、また、着葉割合と偏心率との関係も一定の傾向になかった。

林業では厳密な意味での正円成長を期待してはいない。目視による明らかな偏心ははっきりしないが、プラスマイナス10%の範囲であれば、大きな問題とはならないだろう。その点では、上式から推定する内側の着葉割合が56%から20%の範囲であれば偏心の問題ないといえる。こうした点からいえば、1m間隔で植栽された今回の巢植えでは、材の偏心はごく一部に生じるものの、大きな問題とはなりにくいと思われる。

#### (4) まとめ

寡雪地帯におけるスギの4本巢植えを対象に毎木調査、伐倒調査および樹幹解析を行った。その結果、巢植えによる問題点とされる幹曲がり、偏心成長といったことに対して一定の結論を導くことができた。すなわち、4隅に1m間隔で植栽する4本巢植えでは幹曲がりは、大きな問題ではないこと、巢の内側はかなり早い時期に閉鎖が完了するが、2.4mの巢間は20数年では未閉鎖の状態にあり、巢の内外で枝葉の付着状態にアンバランスが認められること、しかしながら、極端なアンバランスでないかぎり、偏心成長を招くことはないことがいえた。しかし、地位の違いもあるが、近隣の普通植栽区に比べて林分材積は小さく、巢間の空間が、潜在的な成長を十分に発揮させていないということは推測される。

(佐藤 明・奥田史郎・酒井 敦・石塚森吉)

## 2. 列状植栽林分について

列状植栽林分の取扱い指針作成の基礎資料を得るために、列間距離、苗間距離の比を変えて、これまでも継続して調査を行ってきた高知営林局宿毛営林署のヒノキ列状植栽林分、および下刈りが終了したヒノキとカラマツが列状に混植された前橋営林局中之条営林署管内の幼齢林分を対象に、列状植栽林分の林分構造、および生育特性を調べた。

### 1) ヒノキ列状植栽林分の成長（宿毛ヒノキ列状植栽試験地）

#### (1) はじめに

人工林を造成する場合の苗木の配置方法は、通常の正方形植栽の他に多くの試みが行われてきた。苗木を列状に配置する列状植栽は、地ごしらえや下刈りの省力を目的として、比較的多くの実行例がみられ、59の事例をもとにした地ごしらえや下刈りの労働投入率は、



正方形植栽に比較し平均10～15%低下する（蜂屋ら 1975）といわれている。しかし、列状植栽した場合の植栽木の成長については、十分に知られていない。また、省力化が可能であっても、生産される材に欠点が多くなればメリットはなくなる。列状植栽を理解するためには、省力の検討とともに成長や幹曲がり等についての検討が必要である。

この報告は、植栽密度がほぼ同じで列間距離が5段階のヒノキ列状植栽林分を、10年生時と22年生時の2回調査し、列状植栽が成長や枝張り、幹曲がり等におよぼす影響について検討したものである。

## （2） 調査林分の概要

調査したヒノキ林分は、高知営林局宿毛営林署管内の下藤山国有林にあり、シイ類を中心とした常緑広葉樹林を伐採し、1971年2月にヒノキを植栽した。ただし、後述する植栽区Bは、面積の半分程度が畑地跡である。植栽間隔は、苗木間の水平方向の距離を等高距離、傾斜方向の水平距離を斜方距離とすると、等高距離と斜方距離（その比）は植栽区Aが1.82, 1.63m（1 : 0.9）、Bが1.

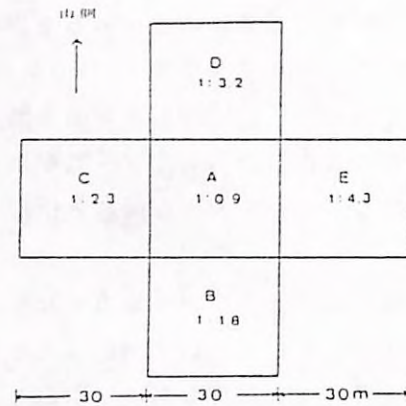


図4-8 植栽区の植栽方法と配置

25, 2.26m（1 : 1.8）、Cが1.04, 2.43m（1 : 2.3）、Dが0.91, 2.93m（1 : 3.2）、Eが0.81, 3.47m（1 : 4.3）の5段階である（本報告では、列間距離、苗木間距離などの用語を用いず、等高距離、斜方距離としたので他の部分と定義が異なることに注意されたい）。各植栽区のhaあたりの植栽密度は、3,370本から3,960本の間であった。

各植栽区の面積は30×30mで、図4-8に示したように正方形植栽に近いAを中心に囲むように、他の植栽区を配置した。海拔高は300～340mの南向きないしは南東向き斜面で、各植栽区の傾斜はAが36度、Bが27度、Cが38度、Dが36度、Eが32度と急である。土壌型は各植栽区ともB<sub>0</sub>(d)型であるが、Bは面積の半分程度が畑地跡であるため、他に比べ条件がよい。植栽後の保育は、2年目以降年1回の下刈りを4年間続け、10年目の1980年9月に除伐を行った。なお、当試験地の4年生までの雑草木量や植栽木の生育状況については、既に報告（安藤・谷本 1975）されている。

## （3） 調査方法

調査は、固定プロットを各植栽区の中央付近に設定して行った。固定プロット面積はAが320m<sup>2</sup>、Bが410m<sup>2</sup>、Cが375m<sup>2</sup>、Dが240m<sup>2</sup>、Eが435m<sup>2</sup>である。

1回目の調査：10年生時の1980年11月に胸高直径、樹高、枝下高を毎木測定するとともに、各プロットごとに6箇所魚眼レンズによる全天写真を撮り、そのネガを濃度測定器

（Planimex 25）で解析し、空の見える面積割合を求め、その平均を開空度とした。また、枝張りや樹冠形への影響を検討するため、隣接した2列で立木が20本以上含まれるサブプロットを設定し、サブプロット内立木の枝張りを測定し、樹冠投影図を描いた。枝張りは、図4-9に示すように山側と谷側方向、山に向かって右側と左側方向の4方向で測定した。樹冠投影図から自動面積計（林電工AAM-7）を用いて樹冠投影面積を求めた。

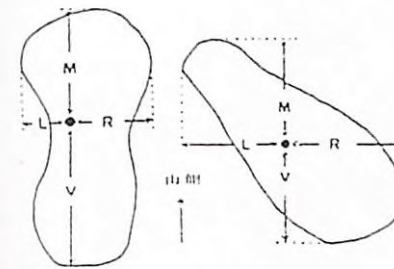


図4-9 枝張りの測定方向

M:山側, V:谷側, R:右側, L:左側

2回目の調査：22年生時の1992年12月に行った。各プロットで胸高直径（D）、枝下高を毎木測定した。樹高（H）はプロットごとに胸高直径の頻度分布に比例するよう20～30本を測定し、平均樹高はD～H関係式を求め、この式に胸高直径の値を代入して推定した。また、幹曲がりを、地上高1.5m未満を根元部分、1.5m以上を根元以外の部分として区分し、それぞれの曲がりの程度を毎木測定した。曲がりの程度は、目測により1：ほぼ通直、2：小さな曲がり、3：大きな曲がりとして区分した。この他、10年生時と同様にサブプロット内立木の枝張りを4方向で測定し、樹冠投影図を描き樹冠投影面積を求めた。

## （4） 結果と考察

### a. 樹高、直径成長

各プロットの概要を表4-8に示した。haあたりの植栽密度は、プロットCが3,960本と

表4-8 各プロットの概要

プロット	海拔高 (m)	方位	傾斜 (度)	土壌型	行間距離 (m)	列間距離 (m)	植栽密度 (本/ha)
A	320	S 22 E	36	B <sub>0</sub> (d)	1.82	1.63	3,370
B	300	S 24 E	27	B <sub>0</sub> (d)	1.25	2.26	3,540
C	320	S 7 E	38	B <sub>0</sub> (d)	1.04	2.43	3,960
D	340	S 28 E	36	B <sub>0</sub> (d)	0.91	2.93	3,750
E	320	S 18 E	32	B <sub>0</sub> (d)	0.81	3.47	3,560

高く、次いでD、E、B、Aの順に低く、Cと最も低いAの間では590本の違いがみられた。その後の密度変化（図4-10）は、10年生時にかけてBでの減少が他のプロットに比べやや少なかった他は、ほぼ同様の減少を示した。また、10年生時から22年生時にかけては、プロット間で大きな違いがなく、植栽密度の高いプロットほど立木密度も高くなっていた。このように、植栽方法の違いが立木密度の減少におよぼす影響はみられなかった。また、プロット間における密度の差は、最大のCと最小のAとの間で10年生時が340本、22年生時が450本とそれほど大きくなかった。



10年生時の林分の諸量を表4-9に、22年生時の林分の諸量を表4-10に示した。平均樹高は、10年生時にはBが5.2mで最も高く、次いでAが5.0m、C、Eが4.8mで、Dが4.5mと最も低かった。22年生時には、10年生時と同様にBが12.3mと高く、次いでAの11.9m、D、E、Cの11.1~10.7mであった。両調査時とも最も高かったBは、先述したように調査区面積の半分程度が畑地跡であり、土壤条件がよかった影響があったと考えられる。このBを除いた4プロット

を比較すると、Aが10、22年生時とも高かったが、他の3プロット間には大きな差はみられなかった。

表4-9 10年生時の林分の諸量

プロット	密度 (本/ha)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)	胸高断面積 (m <sup>2</sup> /ha)	幹材積 (m <sup>3</sup> /ha)
A	2,530	7.2±1.8	5.0±0.8	1.2±0.2	11.0	34.9
B	2,760	7.7±1.7	5.2±0.7	1.1±0.3	13.5	43.5
C	2,870	6.9±1.5	4.8±0.7	1.0±0.3	11.1	34.0
D	2,790	6.7±1.5	4.5±0.6	1.1±0.2	10.3	29.9
E	2,630	6.4±1.2	4.8±0.6	1.1±0.3	8.8	26.8

表4-10 22年生時の林分の諸量

プロット	密度 (本/ha)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)	胸高断面積 (m <sup>2</sup> /ha)	幹材積 (m <sup>3</sup> /ha)
A	2,340	16.2±3.8	11.9	5.3±1.4	50.8	315.4
B	2,510	15.8±3.6	12.3	6.1±1.0	51.9	331.7
C	2,790	15.0±3.5	10.7	4.1±1.0	52.0	292.7
D	2,580	15.5±3.8	11.1	4.7±1.0	51.3	298.3
E	2,440	15.3±3.6	10.9	4.5±1.0	47.1	273.4

平均胸高直径は、10年生時には大きいプロットからB、A、C、D、Eの順に小さく、土壤条件がよいと考えられるBを除くと等高距離対斜方距離の比が大きいプロットほど小さかった。22年生時にはA、B、D、E、Cの順に小さく、CがDやEよりも小さくなったのは、樹高がやや低かったことと密度が高かったことの両者が影響したと推察される。このように胸高直径は、水平方向での間隔が狭く傾斜方向での間隔が広いほど植栽木間の

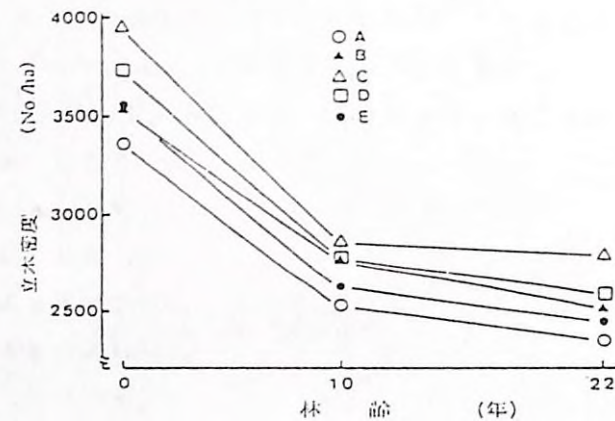


図4-10 立木密度の変化

競争開始が早く、また激しくなるためその成長が抑制されるといえる。

#### b. 幹材積成長

幹材積は、10年生時では大きいプロットから順にB、A、C、D、Eと小さかった。22年生時がB、A、D、C、Eの順であった。先に述べた理由でBを除けば、10年生時のAとC、D、Eの幹材積の差は、haあたりそれぞれ0.9、5.0、8.1m<sup>3</sup>であったが、22年生時にはそれぞれ22.7、17.1、42.0m<sup>3</sup>と大きくなっていた。このように面積あたりの幹材積は、正方形植栽に近いAが大きく斜方距離と等高距離が開くほど幹材積は小さくなる傾向がみられた。

以上のように、土壤条件の異なると思われるBを除けば平均胸高直径、幹材積は、いずれも正方形植栽に近いAに比較し列間が開いた林分で小さくなる傾向がみられた。ただ、立地条件のよかったBでは、Aよりも成長が大きかったし、22年生時のCの幹材積はAに比較し1割も低下していない。このようなことから、等高距離対斜方距離の比が1:2程度の列状植栽であれば、成長に大きく影響することはないといえる。

#### c. 枝下高

平均枝下高は、10年生時には各プロットとも1.0mから1.2mで大きな違いはみられなかったが、22年生時には4.1~6.1mとプロット間に違いがみられた。平均樹高と平均枝下高の関係(図4-11)をみると、10年生時には関連がみられず1m程度でほぼ等しかったが、22年

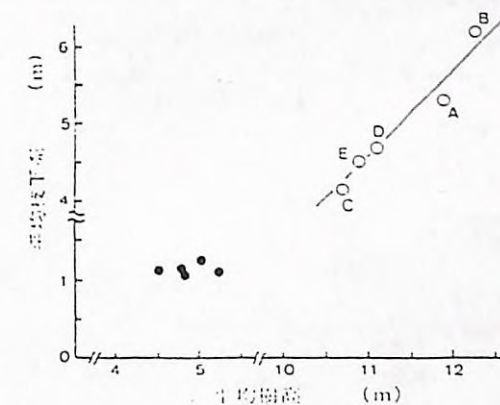


図4-11 10、22年生時の平均樹高と平均枝下高の関係

●は10年生時、○は22年生時を示す。

生時には関連がみられ図中に示した一次式で近似でき、その傾きは1に近かった。このことは、10年生程度の林齢で平均樹高が5m前後までは、雑草木による庇陰の影響で枝が枯れ上がったため、自己庇陰や植栽方法の違いによる植栽木間の競争による影響は枝下高に表れないといえる。22年生時になり平均樹高が10mを超えるようになると、枝下高は樹高の違いにより左右され、植栽方法が異なっても樹冠長がほぼ等しくなることを示している。そして、DやEのように極端に等高距離が小さくて水平方向で競争が激しいとしても、斜方距離が大きいためこの方向での競争が緩和されるため、植栽方法の違いによる枝下高へ



の影響はないといえよう。

#### d. 樹冠投影面積

10年生時と22年生時の樹冠投影図を図4-12と図4-13に示した。10年生時の樹冠についてみると、水平方向の樹冠は、各プロットともほぼ全個体で隣り合う個体間で交錯していた。一方、斜面方向の樹冠については、AとBのほぼ全個体で、斜面上部にある個体の谷側方向の樹冠と斜面下部にある個体の山側方向の樹冠が交錯していたが、斜方距離の大きいCやDでは一部の個体で樹冠が交錯しているにすぎず、Eでは樹冠の交錯はみられな

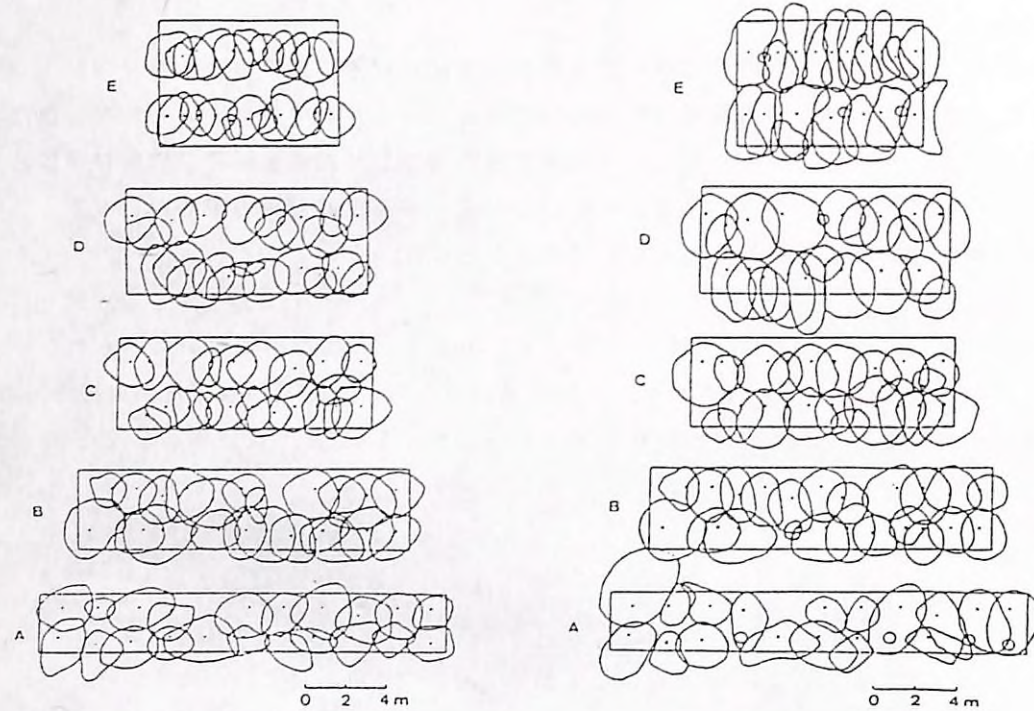


図4-12 10年生時の樹冠投影図

図4-13 22年生時の樹冠投影図

○は10年生時から22年生にかけて枯死した個体を示す

かった。22年生時（図4-13）になると、A、B、Cのほぼ全個体で斜面上部と下部に位置する個体の樹冠が交錯していたが、DやEでは樹冠の交錯していない個体がみられた。

樹冠投影面積を、通常用いる重なりを含めない面積と、個体ごとの投影面積を合計し重なりを含めた面積の両者に分けて表4-11に示した。

重なりを含めない樹冠投影面積は、10年生時にはプロットAが最も大きく、次いでB、C、D、Eの順に小さく、斜方距離が開くほど小さかった。一方、同時期の開空度はAが10.4%、Bが9.6%、Cが11.1%、Dが11.3%、Eが25.9%で、Eが最も大きく未閉鎖状態であることを示し、次いでD、C、A、Bの順に小さかった。22年生時の重なりを含めない樹冠投影面積は、正方形植栽に近いAと斜方距離の最も広いEがほぼ等しく、植栽方法の違いによる明らかな傾向は認められなかった。

表4-11 10、22年生時の樹冠投影面積 ( $m^2/m^2$ )

プロット	重なりを含めない場合		重なりを含めた場合	
	10年生	22年生	10年生	22年生
A	1.10	1.20	1.38	1.34
B	0.92	1.04	1.39	1.45
C	0.90	1.05	1.20	1.65
D	0.84	1.12	1.19	1.63
E	0.77	1.18	1.18	1.53

一方、重なりを含めた場合の樹冠投影面積は、10年生時には成長のよいBを除くと、斜方距離が開いたプロットほど小さかったが、22年生時にはC、D、EがAやBよりも大きかった。これは、樹冠がほぼ閉鎖した状態になると、等高距離の小さいプロットでは、異なる個体の樹冠が重なっている部分が多くなっていることを示している。重なった樹冠部分では、光条件が悪く、枝葉密度も低くなることが予想されるため、投影面積の増加が生産量に直接影響するとは考えにくい。

10年生時の樹冠投影面積が斜方距離が開くほど小さくなったことは、同じ密度でいわゆる列間、苗間距離を変えて植栽すると、正方形植栽に比べ斜方距離と等高距離の差が大きくなるほど植栽木による樹冠の閉鎖が遅れることを示している。そして、閉鎖が完了するまでの若齢期には、単位面積あたりの生産量の低下を招き、傾斜方向での間隔の大きいプロットで幹材積が小さくなった要因の1つと考えられる。

#### e. 枝張り

枝張りの値を表4-12と表4-13に示した。10年生時の右側と左側の枝張りは、プロッ

表4-12 10年生時の枝張り (m)

プロット	山側	谷側	右側	左側
A	0.82±0.26	1.39±0.30	1.24±0.22	1.06±0.34
B	1.09±0.25	1.51±0.23	1.18±0.34	1.24±0.27
C	0.92±0.22	1.38±0.21	1.05±0.27	1.04±0.28
D	0.87±0.36	1.43±0.28	1.16±0.25	0.93±0.22
E	0.96±0.28	1.32±0.22	0.94±0.20	0.88±0.23

ト内の比較では大きな差がなく、プロット間では成長のよかったAとBが他のプロットよりもやや大きかった。22年生時には、各プロットとも左側に比べ右側（東方向）の枝張りが大きく、プロット間の比較では等高距離の大きいAが最も大きかった。22年生時に右側の枝張りが大きくなったのは、斜面の傾斜方向が南ないしは南東であることの影響とも考えられるが、よく分らない。

一方、山側と谷側の枝張りを比較すると、各プロットの10年生時、22年生時とも山側よ



表 4-13 22年生時の枝張り (m)

プロット	山側	谷側	右側	左側
A	1.07±0.66	1.99±0.50	1.54±0.30	1.12±0.39
B	1.03±0.35	1.72±0.64	1.14±0.47	1.04±0.34
C	0.85±0.68	2.00±0.28	1.20±0.31	1.08±0.33
D	0.85±0.51	2.22±0.62	1.39±0.37	1.03±0.24
E	1.38±0.76	2.35±0.26	1.27±0.45	0.82±0.29

り谷側の枝張りが大きく、その差は10年生時で0.36~0.57mであったが、22年生時には0.69~1.37mと大きくなった。各プロットの等高距離に対する斜方距離の比（以後距離の比と呼ぶ）と山側方向の枝張りに対する谷側方向の枝張りの比（以後枝張りの比と呼ぶ）との関係を図4-14に示した。距離の比は、正方形植えに最も近いAの0.9からEの4.3の間で

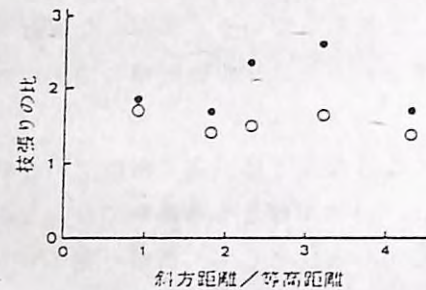


図 4-14 等高距離に対する斜方距離の比と山側枝張りに対する谷側方向への枝張りの比の関係

○は10年生時、●は22年生時を示す。22年生時には、B（距離の比は1.8）と最も距離の比が大きかったE（距離の比は4.3）を除くA、C、Dは、距離の比が大きくなるにしたがい枝張りの比が大きくなった。Bは、段々畑跡であり傾斜が急でなかったことで枝張りの比が大きくなりにくかったと考えられた。また、Eは列間が広く斜面上部の個体と下部の個体の枝が一部交錯していた（図4-14）だけで、山側方向の枝の成長が抑制されにくかったため、枝張りの比が大きくならなかったと推察されるが、今後の検討が必要である。このように、山側、谷側の枝張りは、斜面上部にある個体の谷側方向の樹冠と、斜面下部にある個体の山側方向の樹冠が接するまでは斜面の傾斜により影響されると考えられた。しかし、樹冠の交錯が始まれば、山側方向に延びる枝の成長が抑制されるため、谷側方向の樹冠より小さくなると考えられた。その差の程度は、斜方距離と個体成長により影響されるといえる。

次に、右側と左側の枝張りを加えたものを水平方向の枝張り、山側と谷側の枝張りを加えたものを斜面方向の枝張りとし、等高距離と水平方向の枝張り、斜方距離と斜面方向の枝張りとの関係を図4-15に示した。図中には、原点を通る傾き1の直線を示した。水平

方向の枝張りは、各プロットの10、22年生時とも等高距離1m前後に対し2~2.5mと大きく、隣接する個体の樹冠が著しく交錯していることを示していた。また、等高距離が大きくなるにしたがい、水平方向の枝張りがやや大きくなる傾向がみられた。10年生時と22年生時の水平方向の枝張りを比較すると、10年生時に比べ22年生時にはBでやや小さくなったが、その他のプロットでは0.2~0.4m大きくなっただけで、大きな差はみられなかった。

一方、斜面方向の枝張りは、10年生時には○は10年生時、●は22年生時の水平方向の枝成長のよかったBを除く他のプロットはほぼ等しい値で、斜方距離の大きいC、D、Eでは斜方距離より小さく、斜面上部と下部の個体の樹冠が交錯していないことを示していた。22年生時の斜面方向の枝張りは、10年生時に比べBでは0.2mの増加だけであったが、他のプロットでは0.6~1.5m増加し、水平方向の増加量より著しく大きかった。そして、斜方距離が1.63mと最も小さいAを除いた他のプロットでは、斜方距離が大きくなるほど大きく、斜方距離が大きいDやEでも斜方距離とほぼ同じ値を示した。Aで22年生時の斜面方向の枝張りが特に大きくなったのは、測定したサブプロットで10年生時21本あった測定本数が、それ以降に4本枯死した影響があったと考えられた。

#### f. 幹曲がり

幹曲がりを、地上高1.5m未満の根元部分と1.5m以上の根元以外の部分に分け、曲がりの程度ごとの本数割合を図4-16に示した。幹を2つの部分に分けたのは、根元部分では植栽方法によって雑草木による被圧の違いが生じる可能性があるし、根元以外の部分では、植栽木間の競争による影響があると考えたためである。根元部分における曲がりの程度ごとの本数割合は、プロットA、B、Cの間に大きな差はなかったが、プロットDでは通直な割合が低く、Eでは逆に高かった。根元以外の部分の幹曲がりの程度ごとの本数割合は、各プロット間に著しい違いはみられなかった。

このように、列状植栽による幹曲がりへの影響は、明らかでなかった。先に述べたように、等高距離に比べ斜方距離が大きくなると谷側方向が山側方向の枝張りより大きくなったが、幹曲がりに影響しなかったといえる。ただ、今回調査した林分は、積雪のない場所であった。冠雪害を受ける危険のある立地では、樹冠の変形による影響で曲がりが生じる可能性もあり注意が必要であろう。

#### (5) おわりに

ここでは、植栽木間の傾斜方向の距離を斜方距離として、斜方距離を大きくし水平方向

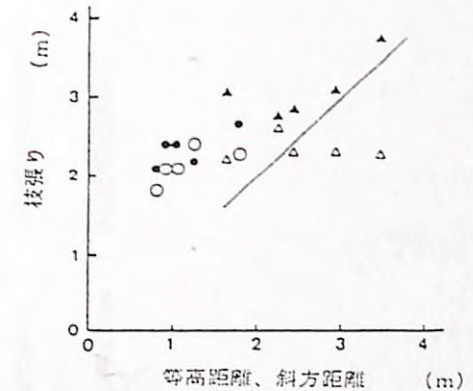


図 4-15 等高距離と水平方向の枝張りの関係および斜方距離と斜面方向の枝張りの関係



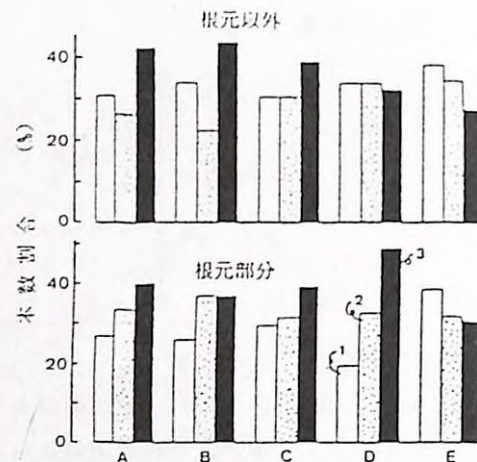


図4-16 22年生時の幹曲がりの程度ごとの本数割合

1: ほぼ通直, 2: 小さな曲がり, 3: 大きな曲がり

の等高距離を小さくする列状植栽について検討した。このような植栽方法では、植栽後の密度の減少に違いがみられなかった。また、枝下高は、平均樹高5m程度までは雑草木の庇陰による影響のためか、植栽方法による違いはみられなかったが、その後の成長にともない差が生じた。その原因は、樹冠長がほぼ一定になることで、樹高成長のよい林分ほど枝下高が大きくなった。一方、胸高直径、幹材積成長などは、斜方距離が大きく、等高距離が小さくなるにしたがい低下する傾向がみられた。その主要な原因は、樹冠の開鎖が遅れることと考えられた。列状植栽では樹冠が変形し、そのため幹曲がりの心配が生じる。今回の調査では、斜方距離の大きい林分で、樹冠の開鎖が進むとともに谷側方向の枝張りが大きくなった。しかし、積雪のない地域であったためか、幹曲がりへの影響はみられなかった。

以上のような結果から、列状植栽は等高距離対斜方距離の比が1:3以上になるような極端な方法でなく、1:2程度までなら成長や樹冠の変形への影響も小さいといえる。特に、列状植栽によって省力化や機械化のメリットがあるとすれば、正方形植栽に比較し大きな欠点にならないと考えられる。

今後の施業として通常の保育間伐について考察してみる。列状植栽林分での間伐木の選木は、通常林分の選木基準に加え樹冠の変形程度を考慮する必要があると思われる。樹冠の変形は、傾斜地であれば正方形植栽でも生じるものであり、個体の形状比が小さければ大きな問題とならない。しかし、等高距離が小さくて競争が早期から始まる列状植栽林分では、形状比が高く樹冠の変形の大きい個体が生じる可能性が高い。このため、形状比と樹冠の変形程度の両者を検討しながら選木することが必要であろう。また、樹冠変形の程度を抑制し、形状比を高くしないため、初回と2回目の間伐時期を通常植栽林分に比べ数年早く実行することも考えられる。間伐時期や選木方法は、積雪の多い地域や台風被害の

生じる地域では、特に注意すべきことといえよう。

(竹内 郁雄・川崎 達郎)

## 2) 列状植栽林分と普通植栽林分におけるツル植物を中心にした林分状況の違い

— 浅間隠山の山麓部における調査例 — (中之条・大戸ヒノキ・カラマツ列状植栽試験地)

### (1) 調査目的

列状植栽は、普通植栽(方形植え)とは植栽木の空間的配置を異にし、相互の位置関係を変えるという意味において、個々の植栽木が受領するインパクトが普通植栽の場合とは異なる可能性をもつ。また、植栽木の成長や競合植生、特にツル植物との関係については列状植栽と普通植栽の林分でどのように異なるのかなど、十分な資料が得られていない。このように実態把握も十分でないこともあり、列状植栽林分の保育指針は確立されていないといえる。そこで、中之条営林署管内の列状植栽、およびその対照として前橋(現高崎)営林署管内の普通植栽における林分の状況、特にツル植物の生育状態を中心に比較検討し、列状植栽林分の保育指針の確立に資することにした。

### (2) 試験地の概要

調査地は以下の2林分に設定した。一カ所は、列状植栽林分としてヒノキ・カラマツの混植地を選んだ。もう一カ所は、対照区として列状植栽林分と林齢が近く、なおかつ距離的にも近く、気候および植生が似通っている場所という観点で普通植栽(方形植え)のヒノキおよびカラマツ林を選定した。

#### a. 中之条営林署大戸森林区(列状植栽林分)

本林分は中之条営林署67林班は2小班で浅間隠山の山麓に位置し、カラマツ造林地やコナラなどからなる落葉広葉樹林に囲まれている。調査地は、標高約980m、ほぼ南に向いた15~20度の斜面上にあり、1985年植栽のヒノキおよびカラマツよりなる列状植栽林分である。各列はほぼ等高線に沿って伸びている。よって、各個体間の距離(苗間)は1.8mで、カラマツを中央条にし両側にヒノキを配し、カラマツ1列に対しヒノキ2列の割合で混植されている。このため、カラマツ-ヒノキの列間2mに比して、ヒノキ-ヒノキの列間の方がやや広がっている。調査区は1991年、列方向に沿って横約20m、縦約30mの長方形に設けた。

#### b. 高崎営林署倉淵森林区(普通植栽林分)

本林分は、列状植栽試験地より南東に直線距離で12km離れた地蔵峠付近に位置するヒノキおよびカラマツの人工林である。周囲は、カラマツ、ヒノキ、アカマツなどの造林地からなる。調査地は林道沿いの普通植栽(方形植え)林分で、標高730~750mの東向き斜面上に位置し、ヒノキ林およびカラマツ林は隣接している。両林分とも同時に植栽された12年生の林分である。ヒノキ林の一部は、1994年に枝打ちが試みられている。ヒノキ、カラマツ林とも、1995年に列状植栽試験地と同程度の本数が含まれるよう方形区を設定した。



### (3) 調査の方法

調査区に含まれる全個体について、胸高直径と樹高を測定した。各調査区内の調査木の概要を表4-14に示す。毎木調査にあわせて、各測定木に付着、ないし絡みついているツル

表4-14 調査木の概要

	調査本数	平均直径 (cm)	平均樹高 (cm)	ツル付着率 (%)	ツル種数 (1個体あたり)
列状植栽林分					
ヒノキ	61	5.31	3.95	67.2	1.52
カラマツ	41	8.65	6.93	85.4	2.27
普通植栽林分					
ヒノキ	40	5.87	3.93	72.5	1.50
ヒノキ(枝打)	19	8.69	5.64	42.1	0.45
カラマツ	40	7.74	6.16	77.5	1.27

植物を種別に記載し、最大到達高を記録した。さらに、ツル植物が植栽木に与える影響を評価するため、種別および総合的に植栽木に与えている被害度を、被害の大きさで表4-15に示すように目視により3段階で判定した。ここでは、植栽木に対するツル植物の付着様式もあわせて記録した。

表4-15 ツル被害度分類

被害度	判定基準
3	被害度最大。すでに形質劣化など甚大な被害をもたらしているもの。
2	被害度中。被害はあるものの形質劣化までには至っていないもの。
1	被害度小。何らかの被害を受け始めているもの。
0	なし。ツル類はないか、付着があっても影響は微弱なもの。

列状植栽林分の調査は1991年より開始し、その後各年1～2回、表4-16に示すような日程で継続的に実施した。普通植栽林分の調査は、1995年に行った。

表4-16 列状植栽林分の調査経過

年 月	調査項目
1991年9月	調査区設定、樹高および胸高直径
92年9月	樹高および胸高直径、ツル種類記載および到達高
93年9月	樹高および胸高直径、ツル被害度
94年7月	樹高、ツル被害度
94年9月	樹高および胸高直径、ツル被害度
95年7月	樹高、ツル被害度
95年10月	樹高および胸高直径、ツル被害度

### (4) 結果と考察

#### a. 個体サイズ

列状植栽林分内における各樹種の92年から95年までの4年間の、各年の年平均成長量を-17に示す。測定年によりばらつきがみられるが、樹高、直径とも全体としてカラマツのほうがヒノキに比べると成長量が大きい。このことが、表4-14に示したような現在の個体サイズの違いをもたらしていると考えられる。林齢がほぼ同じである列状植栽地と普通植栽

地で個体サイズの平均値で比べてみると、枝打ち処理のないヒノキ同士ではほとんど違いが認められず、カラマツでもわずかに列状植栽地のほうが大きいだけで、大きな違いはない。植栽地で個体サイズを比べてみると、ヒノキではほとんど違いが認められず、カラマツでもわずかに列状植栽地のほうが大きいだけで、大きな違いはない。

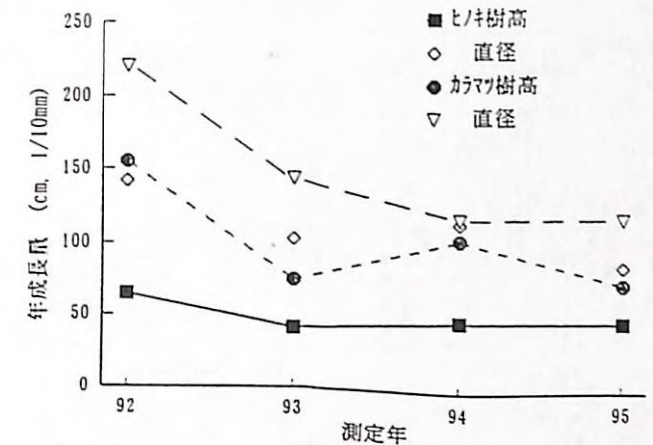


図4-17 年平均樹高および直径成長量

#### b. ツル植物の付着状態

全調査木の中で、何らかのツル植物が付着している本数割合(以後、ツル付着率)を見ると、表4-14に示すようにヒノキ、カラマツとも67%から85%と高い値で植栽木にツル植物が付いていることが分かる。ヒノキの場合は1個体あたりに付着した平均ツル種数も列状区、普通植栽区ともほぼ同じであったが、カラマツに関しては、ツル付着率、種数とも列状区のほうがやや大きく、普通植栽区より多くのツル植物が付着していると考えられる。なお、普通植栽林分のヒノキのうち、枝打ちした個体は、他のヒノキに比べツル付着率、種数ともかなり小さかった。

全調査を通じて出現してきた主なツル植物の一覧を表4-17に示す。木本性と草本性のものがほぼ半々で出現し、総計21種類、ほとんどのものが落葉性であった。このうち9種類は植栽木の幹に巻きつき、梢端成長を妨げたり、幹に傷を付けたりする危険性を持った種である。主たるツル植物の種別付着状況を表4-18に示した。表中の数字はそれぞれのツル植物に関して、何本の植栽木において付着が見られたかを示している。したがって、同じ個体が重複して数えられているものもある。これをみると、列状区で多く見られるものは、草本性のボタンツル、カラハナソウ、ノブドウと木本性のマタタビ、スイカズラである。測定期間を通じて変動は多少あるものの、大きな変動はなく、測定期間中増加し続けてきているものは、ボタンツルとマタタビだけである。また、今回の調査結果では、列状植栽林分で混植してあるヒノキとカラマツで付着するツル植物の種類に、大きな違いは見いだせなかった。一方、普通植栽林分では、ボタンツル、ヘクソカズラ、フジなどが多く見られ、特に、ヘクソカズラはヒノキ林に、フジはカラマツ林にそれぞれ頻度高く出現する傾向を示した。

#### c. ツル植物の生育状況

各調査個体におけるツル植物の最大到達高と各調査個体の樹高に対する割合を表4-19に示す。列状植栽林分では、継続的に調査したため、ヒノキ、カラマツとも、年を追うごと



表4-17 調査林分に出現した主なツル植物の一覧表

種名	着葉	分類	生活型	巻付く	列状植栽	普通植栽
スイカズラ	半常緑	低木	M R3 D2.4	1	○	○
ヤマブドウ	落葉	木本	MM R3 D2	1	○	○
ノブドウ	落葉	低木	N R3 D4.2	1	○	○
ホトツグ	落葉	多年草	N R3 D1	1	○	○
コホトツグ	落葉	多年草	N R3 D1	1	○	○
ミヅハアケビ	落葉	低木	M R3 D2	1	○	○
カウハナソウ	夏緑性	多年草	H R2 D4	1	○	○
ヘクリカスラ	落葉	多年草	Ch R3 D4	1	○	○
シオデ	落葉	多年草	G R3.5 D2	1	○	○
ノイハ	落葉	小低木	N R3 D2	e	○	○
アカネ	落葉	多年草	G R3 D4	1	○	○
マタビ	落葉	低木	M R5 D2	1	○	○
ツルウメモドキ	落葉	低木	M R5 D4	1	○	○
エビノグ	落葉	木本	M R3 D2	1	○	○
サンカクヅル	落葉	木本	N R3 D2	1	○	○
サルナシ	落葉	低木	M R5 D2	1	○	○
ヤマカシウ	落葉	多年草	G R3 D2	1	○	○
キクハトコ	落葉	多年草	G R3 D4	1	○	○
クマヤナギ	落葉	木本	M R3 D4	1	○	○
フジ	落葉	木本	M R5 D4	1	○	○
サルトリイバラ	落葉	多年草	G R3 D2	1	○	○
アヅグサ	落葉	多年草	G R3 D4	1	○	○

MM: 高木, M: 小高木, N: 低木, Ch: 地表植物, H: 半地中植物, G: 地中植物, R2: 根茎横走やや広い連絡体, R3: 根茎短分枝し、狭範囲で生育, R3.5: R3でサッカータイプ, R5: 単立, D1: 風水散布, D2: 動物散布, D4: 重力散布, 1: ツル型, e: 直立型

表4-18 植栽様式の違いと寄主樹種別の主なツル植物の付着状況

種名	寄主	列状植栽 (個体数)				普通植栽 (個体数)	
		92	93	94	95	95	
ホトツグ	ヒノキ	12	18	20	24	19	
アカネ	ヒノキ	10	17	16	20	8	
カウハナソウ	ヒノキ	7	13	12	9	5	
キクハトコ	ヒノキ	5	15	18	12		
ヘクリカスラ	ヒノキ	1	4	2	1	13	
ノブドウ	ヒノキ	13	14	13	7	1	
サンカクヅル	ヒノキ	8	18	13	13	1	
サルナシ	ヒノキ	3	6	4	6	3	
マタビ	ヒノキ	2	9	8	17	1	
ツルウメモドキ	ヒノキ	10	11	5	5	2	
アケビ	ヒノキ	1	1	1	3	3	
スイカズラ	ヒノキ	8	13	7	12		
フジ	ヒノキ	6	11	9	8	2	
合計	ヒノキ	52	91	84	91	50	
	カラマツ	42	93	99	105	48	
13種の付着総計		94	184	183	196	98	

95年のそれぞれの調査本数は表4-14参照。92~94年の値は途中の枯死などで若干異なる。

に到達高が高くなっていき、植栽木の成長につれてツル植物もより高い位置へと成長を続けている様子がうかがえる。ただし、樹高との到達割合でみるとヒノキ、カラマツとも調査期間を通して大きな変動はなく、植栽木の伸びた割合に応じてツル植物も伸びているようである。

表4-19 ツル類の最大到達高と割合

年	ヒノキ		カラマツ	
	到達高 (割合)		到達高 (割合)	
列 92	225 (85)		281 (66)	
93	249 (81)		333 (67)	
94	275 (77)		400 (65)	
95	338 (83)		490 (71)	
普通 95	317 (80)		509 (86)	
枝打	236 (42)			

\* 単位は到達高はcm、割合は到達高/樹高で%。

表4-20 被害度別のツル類の付着の仕方(%)

寄主	被害度	巻き込み	絡みつき
ヒノキ	1	9.4	90.6
	2	63.6	36.4
	3	100.0	0.0
カラマツ	1	8.4	91.6
	2	92.3	7.7
	3	100.0	0.0

\* 巻き込みは表4-17の幹に巻き付くタイプのもの。

最大到達高は、カラマツのほうがヒノキより高い。しかし、樹高との到達割合でみると樹高が低い分だけヒノキのほうの割合が大きい傾向を示した。

普通植栽林分のヒノキは、ツル植物の最大到達高と樹高に対する割合は、列状区のヒノキとほとんど差がなかった。しかし、枝打ちしたヒノキでは、これらに比べていずれも明らかに小さかった。また、普通植栽林分のカラマツでは、到達割合が列状区のカラマツに比してやや高い値を示した。

#### d. ツル植物による被害

各調査時における被害度の割合を図4-18に示す。列状植栽林分の場合、ヒノキでは被害の程度が大きい被害度2と3を合わせた割合が2割前後であったのに対して、カラマツのその割合は年々増えているものの、94、95年と3割前後で推移した。カラマツで2年間を通じて同じ割合で経過したのは、一部の個体がツルの巻き込みにより幹が折損し、測定木から除外されたことも関係している。このようにカラマツの場合、ツル植物の繁茂が著しく、95年における被害度0の割合はほとんどなくなって、全ての個体が、ツル植物によって何らかの被害を受けている。

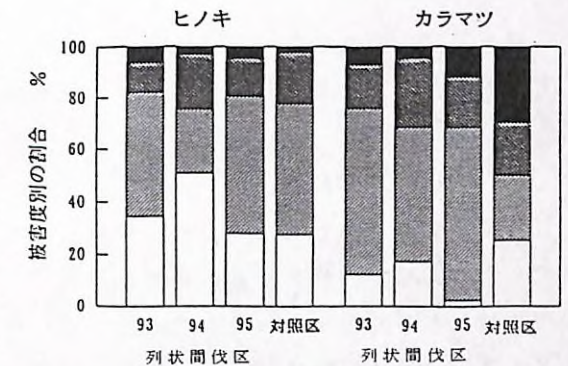


図4-18 ツル被害度の割合

被害度0: 白地部, 1: 斜線部, 2: 編目部, 3: 黒字部

普通植栽林分では、ヒノキの場合、被害の程度は列状植栽林分と大差なかった。しかし、カラマツでは、被害度2と3の割合が高く、全体の半分を占めた。これらに対し、ヒノキの枝打ち個体では、形質不良の個体には始めから枝打ちしないということもあり、また、



枝打ち処理時にツル切りも行われたためか、被害度の大きい個体はなかった。

ここで、ツル植物の植栽木に対する付着の仕方と被害度の関係を整理すると表4-20のようになる。すなわち、被害度が大きくなるにつれて、フジやマタタビなどの巻きつき型にツル植物による被害の割合が増えてくる。被害度3の場合、ヒノキ、カラマツともに全ての個体が幹にツルが巻き込む巻きつき型によって被害がもたらされており、カラマツでは被害度2まで含めてもほとんどが巻きつき型によっている。

#### e. ツル植物の付着と植栽木の成長

ツル植物による被害の状態とそれが翌年の植栽木の成長に及ぼす影響を調べるために、ツル植物による被害と翌年の植栽木の成長を比べた(図4-19)。その結果、被害度の大きい2以上の個体は、翌年の樹高成長が著しく阻害されることが分かる。樹高成長のデータ

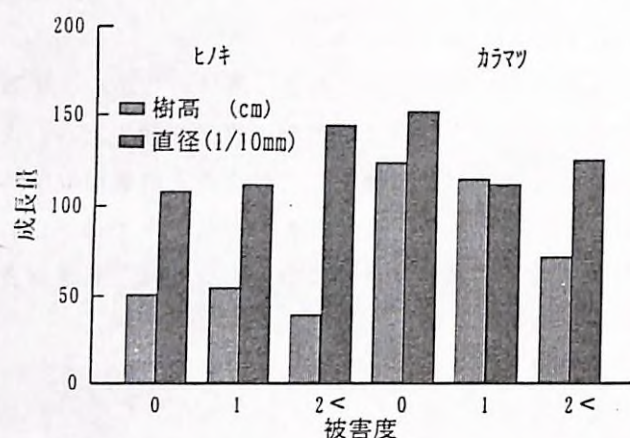


図4-19 ツル植物による被害度と翌年の植栽木の成長量

には、すでにツル植物の巻き込みにより梢端部が枯損したり、変形したりしているものも含まれるため、形質劣化も含めて成長阻害を引き起こしているといえるだろう。

#### (5) まとめと対策

今回調査した林分では、いずれの場合にもツル植物の繁茂が見られた。しかし、今回測定したツル植物の種数や個体数で見ると、列状植栽林分のほうが普通植栽林分に比べてツル植物が多くなるといえるだろう。ツル植物が繁茂し続ける要素として光条件の良否を考えると、普通植栽林分に比べて条間が開いていて、林冠が閉鎖までにより時間の掛かる列状植栽林分のほうがツル植物の繁茂を容易にするだろう。

ヒノキとカラマツの樹種間で比較すれば、ツル植物の種数、個体数、到達高や大きい被害度の割合のいずれをみても、カラマツのほうがヒノキより大きな被害を被っているといえる。個別の種類としてはボタンツルのように草本性でも大きな被害を与えているものもあるが、総じて大きな被害を与えているのはマタタビ、スイカズラやフジなどの木本性でしかも幹に巻きつく性質のある種である。年々到達高が樹木の成長にしたがって上って

いることからしても、その要件を満たすには木本性である必要がある。林冠閉鎖以前の明るい状態なら、カラマツは低い位置まで広い枝を張ることになり、樹冠内も比較的明るいことから、ツル植物にとっては「掴まりやすく伸びやすい」という特性をカラマツが持つことになる。これが、カラマツにとってツル植物の侵入、繁茂を招いている要因の1つと思われる。

いずれにせよ、ツル植物の繁茂の初期ならばともかく、時間が経過すれば、今回調査したように、木本性の巻きつき型ツル植物によって、幹の形質劣化をもたらされる可能性が高い。これを防ぐには、林冠が閉鎖して林内が十分に暗くなり、枝が枯れ落ちてツル植物が樹上に上がりにくくなるまで、こまめなツル切り作業が肝要かと思われる。また、今回の調査で枝打ち個体にツル植物の付着が少なかったように、単なるツル切り作業より手間は掛かるが、ツル植物の足がかりを減らすという意味合いからも、可能であれば枝打ちを行うことも1つの方策ではある。

ツル植物も含めて造林地に生える雑草木の種類や量は、今現在の林分環境のみならず、過去の履歴や周囲の植生にも影響される。今回は、わずかな調査例にとどまっているが、より普遍的な現象としてとらえるためにも、さらに多くの測定例を蓄積し、解析することが重要と思われる。

(奥田 史郎・酒井 敦・佐藤 明・桜井尚武)

## V 考察林の取りまとめ結果

### 1. 考察林の趣旨

前橋営林局は、下記の趣旨により平成3年に列状・群状植栽保育方法考察林を設定した。すなわち、「列状・群状植栽は、スギ、ヒノキ等の天然林の成育状況が群状に共生し成育も良いことを踏まえ、人工的に自然の姿に近づける目的で取り入れたものであり、併せて省力造林も兼ねている。当局における本方式による植栽は、昭和41年頃から一部の署において試験的に、昭和47年頃から事業的に導入され、7年度末の累計面積は、列状植栽25.834ha、群状植栽6.239haとなっている。本方式の保育方法は、下刈から除伐までは造林方針書の保育実行標準表を目安として、現地の実態に即して必要な保育を行うこととしている。除伐後の取扱は、本植栽方式における密度管理は、方形植に準じて取り扱って差し支えないといわれていることから、基本的には方形植の保育方法に準じて取り扱う考えであるが、これら植栽方法を採用した目的に照らした取扱をする必要から、除伐2類及び初回間伐を終了した先例が少ないことを踏まえ、列状(群状)植栽保育方法考察林を設け、考察し、本植栽方法の特徴であるところの造林木配置形式の実証的な除伐後の保育方法を早期に作成する。」と述べている。さらに、考察林の設定方法の中で、考察林分を選ぶ際の留意事項として①林齢が20年生程度で、林分が概ねうっぺいしているところ、②保育実行標準表



の最終除伐林齢程度に該当するところの2点を上げている。

このように、平成3年に前橋営林局が考察林として設定した林分は、除伐後の保育方法をどのようにするかを明らかにするために設けた調査林といえる。

## 2. 考察林の設定状況

上記の指示のもとで、該当する林分を有する営林署は、1～4箇所の考察林を設けた。その結果、表5-1に示すように営林局としては30を超える考察林を各地に設定できた（設定時の林分は35箇所であったが、その後、該当林分の体をなしていないなどから4箇所は未調査、消去されている）。除間伐を行い本数調整を実施した調整区と対照区となる無処理区とを対にした考察林の設定は、局が目指した除伐後の保育方法をどうするかの検討には適切なものであった。

考察林は、それぞれの営林署に存在する列状・群状植栽林分から設定するということが主眼が置かれていたため、当然ながら、列状・群状植栽林分全般の成長特性を捉えるための設計にはなっていない。すなわち、成長特性が解析しやすいよう系統だって樹種、植栽様式や林齢等が選定されていない。例えば、考察林での対象樹種は4種あり、それらはスギ、ヒノキ、カラマツおよびアカマツで、それぞれの考察林分数は17、8、4および2となっている。また、列状林分の考察林は1条植栽が3、2条植栽が19、3条植栽が3の計25選ばれているのに対し、群状林分のそれは、3本巣植えが1、4本巣植えが2、5本巣植えが3と計6となっている。さらに、同じ2条植栽でも苗間、列間、条間距離が数通りあるなど、調査林分の植栽様式は多岐にわたっている。一方、林齢については、設定方法の中で指示している通り当初より20年生前後としているため、時系列的な解析を行うのは難しい。

こうしたことから、31の考察林分間で互いの成長比較や林齢と成長の関係、植栽様式と成長の関係等を論じるのは難しく、考察林の結果をとりまとめて列状・群状植栽林分の成長特性を一般化するのには容易でない。そこで、ここでは無処理区と調整区の調査結果をもとに除伐の影響について検討するため、考察林の林分数が比較的多いスギおよびヒノキの2条植栽林分を中心に整理するとともに、それら林分の成長特性についてとりまとめを行った。

## 3. 考察林の調査区および調査項目

考察林は、無処理区と調整区をそれぞれ1～2ha設け、それぞれの区域の平均的な生育をしている個所に0.04haの標準区を設定し、毎木調査にあたった。調査内容は、造林木の配置状況、樹高、胸高直径、樹幹の曲がり、枝張り、枝の枯れ上がり、樹幹の偏心（本数調整区のみ）、および林床植生の変化（資料には含まれていない）である。

営林局の資料によれば、本数調整区における選木は、「列状植栽にあたっては隣接の列

表5-1 前橋営林局における列状・群状植栽考察林の一覧

営林署	植栽方法	地帯別	林小班	樹種	林齢	植栽本数
浪江	横2列	太平洋側	28と	スギ	16yr	3,000No/ha
浪江	横2列	太平洋側	255い1	スギ	14	3,000
富岡	横2列	太平洋側	36お3	スギ	19	3,000
平	縦2列	太平洋側	39り1	ヒノキ	20	3,000
平	縦2列	太平洋側	27る	ヒノキ	15	3,000
平	群5本	太平洋側	39り1外	アカマツ	20	4,000
白河	横3列	太平洋側	87い3	アカマツ	14	4,000
喜多方	横2列	日本海側	78の	スギ	19	3,500
坂下	群5本	日本海側	69ほ6	スギ	19	3,000
坂下	群4本	日本海側	99ろ6	スギ	12	3,000
山口	縦1列	日本海側	28る2	スギ	20	3,000
宇都宮	横2列	太平洋側	69ろ	ヒノキ	19	3,000
宇都宮	群5本	太平洋側	104か1	スギ	18	3,000
宇都宮	群4本	太平洋側	80か7	ヒノキ	18	2,500
前橋	横2列	太平洋側	54た	ヒノキ	19	3,000
前橋	横2列	太平洋側	150る	ヒノキ	16	3,000
沼田	横2列	太平洋側	131ろ2	ヒノキ	18	3,000
沼田	横2列	太平洋側	133ほ2	ヒノキ	18	3,000
沼田	横1列	太平洋側	133ほ3	カラマツ	19	2,000
沼田	横1列	太平洋側	133ほ4	カラマツ	14	2,000
中之条	横2列	太平洋側	71へ	スギ	15	3,000
中之条	横2列	太平洋側	51ろ7	スギ	17	3,000
草津	縦2列	太平洋側	113は1	カラマツ	19	2,000
草津	縦2列	太平洋側	111は3	カラマツ	15	2,000
村上	横3列	日本海側	371つ	スギ	21	3,000
村上	横3列	日本海側	372ろ	スギ	19	3,000
新発田	横2列	日本海側	17い2	スギ	20	3,000
新発田	横2列	日本海側	68か1	スギ	15	3,000
村松	横2列	日本海側	22ほ	スギ	21	3,000
村松	横2列	日本海側	10お1	スギ	14	3,000
六日町	群5本	日本海側	88り	スギ	19	3,000

における残存木の配置状況を考慮しつつ列の中で、群状植栽にあたっては群の中で形質の劣るものから順次選木し、残存木の配置によっては本数密度調整のための立木を選定す。」とし、密度調整の程度については、「本数は現存本数に対して20～30%程度を目途とし、林分密度及び気象災害等を考慮して決めることとする。」としてある。

毎木調査は、設定時の平成3年度および3成長期経過後の平成6年に実施した。

## 4. 代表的な列状植栽林分の生育特性

### 1) 2条植栽林分（スギおよびヒノキ）の特性

スギおよびヒノキの2条植栽林分は、それぞれ8および7林分設定されている。これらの2条植栽林分の概要を表5-2に示す。

ここでの考察林の平均林齢は、ヒノキの林分で1年ほど高かった。しかし、平均樹高は



表5-2 考察林における2条植栽林分の概要

		スギ				ヒノキ			
		無処理区		調整区		無処理区		調整区	
		'91	'94	'91	'94	'91	'94	'91	'94
樹高	(m)	7.32	8.60	8.00	9.56	6.54	7.63	6.72	8.02
胸高直径	(cm)	9.7	11.4	11.2	13.1	10.0	11.7	10.8	12.8
幹曲がり	(cm)	51.1	43.6	43.3	35.9	16.0	15.5	16.7	17.5
枝張り(外側)	(cm)	123	141	129	150	160	186	169	194
(内側)	(cm)	93	100	97	113	107	127	120	138
枝枯上り(外側)	(cm)	241	281	252	307	151	203	155	194
(内側)	(cm)	312	416	335	439	224	338	228	308

\* 考察林設定時の平均林齢：スギ 16.9年、ヒノキ 17.9年

スギで大きかった。一方、設定時の平均胸高直径は、無処理区、調整区ごとに樹種の差異をみてもわずかな違いでしかなかった。無処理区と調整区との成長比較は、後述する。幹の曲がりにはスギで明らかに大きかった。しかし、これはヒノキの全ての林分が寡雪地帯に位置するため、スギの場合も寡雪地帯に位置する林分だけをまとめると、平均幹曲がりは無処理区で11.5cm、調整区で8.7cmとヒノキのそれより小さく、樹種による差とはいえない。スギ、ヒノキの平均枝張りを内側方向と外側方向とで比べると、いずれの場合もヒノキのほうが大きかった。従って、同じ胸高直径では、スギに比べて、ヒノキのほうが一回り樹冠が大きいといえる。また、枝張りの成長速度を求めても、わずかではあるがヒノキのほうが速い傾向にあった。一方、枝の枯れ上がりは内側方向、外側方向ともスギで大きかった。しかしながら、これにはスギのほうが、樹高が1mほど高いという樹高差が関係していよう。また、枯れ上がりの速度は両樹種とも内側のほうが外側のものに比べて2倍前後速い傾向を示した。

2条植栽林分では、いずれにしても、隣接した列間に面する部分(内側)と、条と条の間が比較的離れていて空間のある条間に面した部分(外側)とで枝張り、枝の枯れ上がりとも大きな違いが認められた。これは、樹種に無関係に起きる現象である。本植栽様式の生育環境としては、植栽時には植栽木の全周囲に空間を持つが、成長するにしたがい列間部分の空間が閉鎖されたものと疎開しているものの異なる2つの環境が生まれ、さらに経過して条間部分が閉鎖してくると一様な森林環境が形成されてくる。これが、2条植栽の林分の個々の個体の生育に影響を与え、生育特性となって発現していくと考えられる。

## 2) 3条植栽林分(スギ)の特性

3条植栽の場合は、特に中央条の個体では、2条植栽のそれとは生育環境が大きく異なる。すなわち、中央条の個体は、狭い列間、苗間に位置するため、一方は必ず広い条間を持つ外側条の個体に比べて、狭い生育空間しか与えられていない。

表5-3は、村上営林署の3条植栽2林分の無処理区についての概要を示したものである。両林分とも成長は良好とはいえず、特に372林班のものは林齢が22年で平均樹高が5m前後と小さかった。3条内の列ごとの成長を比較すると、2林分で傾向は同じでなく、371林

表5-3 考察林におけるスギ3条植栽林分(無処理区：1994年)の概要

		371林班		谷側条	中央条	山側条
		(m)	(cm)			
樹高	(m)	7.86	7.60	8.15		
胸高直径	(cm)	12.5	11.4	12.5		
幹曲がり	(cm)	74	86	76		
枝張り(外側)	(cm)	173	158	158		
(内側)	(cm)	131	131	150		
枝枯上り(外側)	(cm)	187	---	224		
(内側)	(cm)	304	195	307		
372林班						
樹高	(m)	5.23	5.77	4.50		
胸高直径	(cm)	8.5	9.6	7.2		
幹曲がり	(cm)	46	45	47		
枝張り(外側)	(cm)	129	138	110		
(内側)	(cm)	110	127	114		
枝枯上り(外側)	(cm)	127	---	174		
(内側)	(cm)	149	145	147		

\* 設定時の林齢：371林班は21年、372林班は19年

班では中央条の平均樹高が最も低いのにに対し、372林班では、中央条が最も高く、等高線に沿った3条のうち谷に近い外側条が2番目、最低が山側のものと、順位も371林班のそれとはまったく逆だった。この傾向は平均胸高直径でも変わらない。本数調整区の調整前の2林分では、中央条の平均樹高、平均胸高直径が他の条より低い傾向があったが、3条のどの列が成長が良いかの一般的傾向は、資料数の点からも結論は控えたい。

表5-3に示す無処理区2林分での枝張りの状態をみると、中央条を軸に対称をなしているとはいえない。すなわち、最も大きな枝張りは、371林班では谷に近い外側条の条間側、すなわち外側のものであり、山側にあるもう一方の外側のそれは、中央条の個体の谷側方向と同じであった。一方、372林班では、中央条の谷方向の枝張りが最も大きかった。両林分の違いは、個体の大きさに基づく閉鎖の程度の差異によるといえる。水上のスギ試験地で見えてきたように、普通植栽の場合でも、枝張りは、山側に比べて谷側で大きい、こうしたことと同じ現象がこれらの林分でも認められたと考えてよいだろう。

枝の枯れ上がりについては、条間に面した外側条の場合、2条植栽の個体と同じと見られる。しかし、中央条の枯れ上がりは、予想に反して、いずれの林分とも低い状態で推移した。しかしながら、3条植栽林分の場合には、中央条の個体の占める空間は狭いので、将来においてもこのように経過するとは思えない。今後は、中央条においても急速な枯れ上がりが生じるものと予想される。

なお、本数密度の調整のない無処理区で、枝張り、枯れ上がり等がこのような成長経過を示したことから、村上営林署の考察林程度の生育状態の場合は、林齢20年前後で除・間伐を実施する必要は必ずしもなかったと判断して良いものと思われる。

## 5. 本数調整(除伐)による成長へ影響



上記の方法で本数調整を行った結果の肥大および上長成長について、無処理区と本数調整（除伐）区とで比較を行った。無処理区と本数調整区で設定時の平均値が異なるので、1991年の値を100とし、3成長期後の1994年の値で比較した。その結果を表5-4に示す。なお、ここでは、植栽様式、樹種など形態の同じ林分が複数ある場合のみを掲げた。

表5-4 考察林の植栽様式および樹種ごとに分けた本数調整の有無による成長率の比較

樹高 (m)		無処理区			調整区		
		'91	'94	成長率	'91	'94	成長率
列状植栽							
1条植栽	カラマツ*	8.21	10.37	126	9.20	12.15	132
2条植栽	カラマツ*	8.55	9.50	111	8.96	9.85	110
	ヒノキ**	6.54	7.63	117	6.72	8.02	119
	スギ ***	7.32	8.60	117	8.00	9.56	119
3条植栽	スギ (外条) *	5.29	6.46	122	6.56	7.90	120
	(中央条) *	5.45	6.69	123	6.34	7.83	124
群状植栽							
4本集植え	スギ*	6.86	8.01	117	7.87	9.10	116
胸高直径 (cm)		無処理区			調整区		
		'91	'94	成長率	'91	'94	成長率
列状植栽							
1条植栽	カラマツ*	10.4	12.2	117	12.0	13.5	113
2条植栽	カラマツ*	9.5	10.6	112	10.6	11.7	110
	ヒノキ**	10.0	11.7	118	10.8	12.8	118
	スギ ***	9.7	11.4	118	11.2	13.1	118
3条植栽	スギ (外条) *	7.9	10.2	129	11.1	13.9	125
	(中央条) *	8.4	10.5	126	10.6	12.9	121
群状植栽							
4本集植え	スギ*	10.0	11.4	113	11.3	13.4	119

\*対象林分の数：\*；2，\*\*；7，\*\*\*；8

樹種ごと、植栽様式ごとに成長率を取りまとめると、本数調整の有無による樹高および胸高直径における促進効果は必ずしも認められなかった。平均値をもとに成長量の差で論議すると、通常の場合、本数調整は下層の被圧木を中心に除かれるので、無処理区より調整区で高い値を示すことになる。今回の場合も、量的には調整区でわずかながら大きいという従来同様の傾向は見られるものの、上述したように成長率に及ぼすようなものではなかったといえる。そこで、試みに無処理区の場合も設定時の調整区の平均値に近くなるよう2条植栽林分の2、3の林分を対象に無処理区で本数調整に相当する小さな個体（最小のものから順に30%ほどに相当するまでの小径木）を除外して、両者の成長量、成長率を比較した（表5-5）。

実際に本数を調整した林分と計算上調整した無処理区（擬調整区）との間には、両者間で立地差もあり、ばらつきも見られるが、肥大成長においては率だけでなく量的にも調整区の値に近づいたといえる。このような成長を示した原因の1つは、無処理区を含めていづれの林分も枝葉を広げられる空間が残されていて個体間の競争が大きいと考えられる。言い換えれば、17、8年生の未閉鎖の林分に除・間伐を実施しても、残存木に対し

表5-5 実際に本数を調整した林分と計算上調整した無処理区との成長量の比較

		新発田 17い2		喜多方 78の		浪江 28と	
		成長量	成長率	成長量	成長率	成長量	成長率
調整区	樹高 (m)	1.34	121	1.92	146	3.22	136
	胸高直径 (cm)	1.9	120	1.6	119	2.1	116
無処理区	樹高	1.43	125	1.53	129	1.64	120
	胸高直径	1.5	118	2.2	125	1.7	117
擬調整区	樹高	1.55	125	1.76	131	1.72	126
	胸高直径	1.8	120	2.6	126	1.9	117

て、本来の除・間伐では当然期待される肥大成長の促進は得られないということになる。

3条植栽の場合、中央条は植栽間隔が狭く枝葉を広げるための空間が狭い。このため、閉鎖が早い、前述したように、今回の考察林の例では、成長が遅く、側方等からの光の透過もあり、いまだ除間伐を要しない段階にあると見られる。

## 6. 林冠閉鎖予測のための枝張りについて

ここでは、林冠閉鎖の時期を予測のために、考察林の枝張りの状態をとりまとめた。図5-1は対照として取り上げた、いわき営林署鮫川国有林管内で調査された普通植栽林分のスギの枝張り（枝張り）と胸高直径の関係である。林齢の異なる4林分をまとめたもので、立木密度は林齢によって異なりhaあたり1,250本～2,800本で、傾斜が15°～30°あるため、山側と谷側の2方向について示した。図から明らかなように、普通植栽林分でも山側と谷側で差があり、谷側の枝張りのほうが山側のそれより大きいことが知れる。

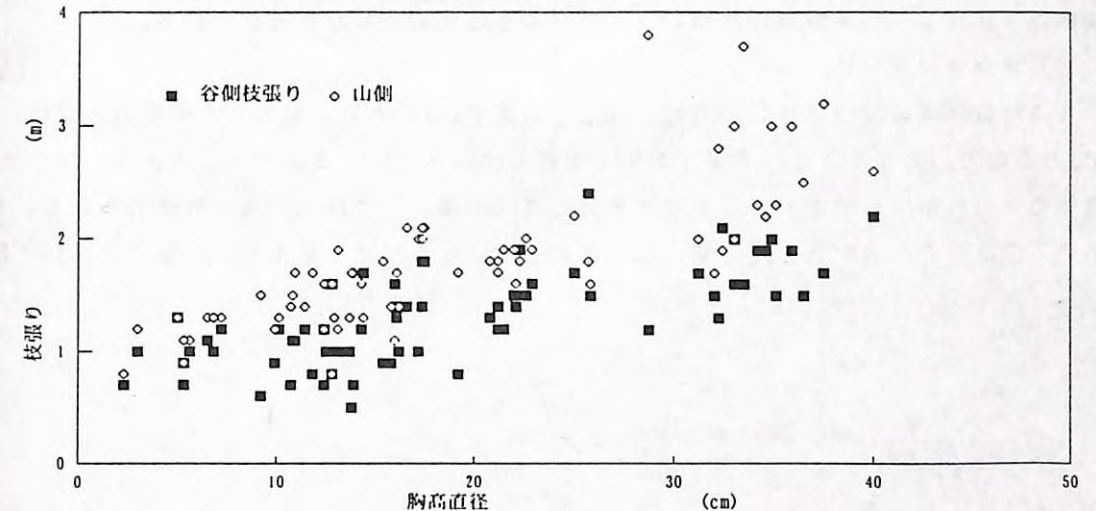


図5-1 鮫川国有林における普通植栽林分のスギの枝張り（枝張り）と胸高直径の関係

以下は、林分数が多い、2条および3条植栽林分について検討する。

### 1) 2条植栽林分について

2条植栽林分の代表として浪江営林署28林班の林分の胸高直径と枝張りの関係を図5-



2に示す。ここでは、条間に面した外側と狭い列間方向の内側の2方向に分けて示した。個体の大きさによって若干異なるものの内側方向の平均枝張りは85cm前後であった。本植栽様式は列間が1.5mであることから、数値上は、この列間は、互いの枝が触れあう状態になっているといえる。これに対し外側の枝張りは2mに達しているものはまれであり、条間が4.5mであるので、閉鎖状態に達するにはかなりの時間を要すると見られる。

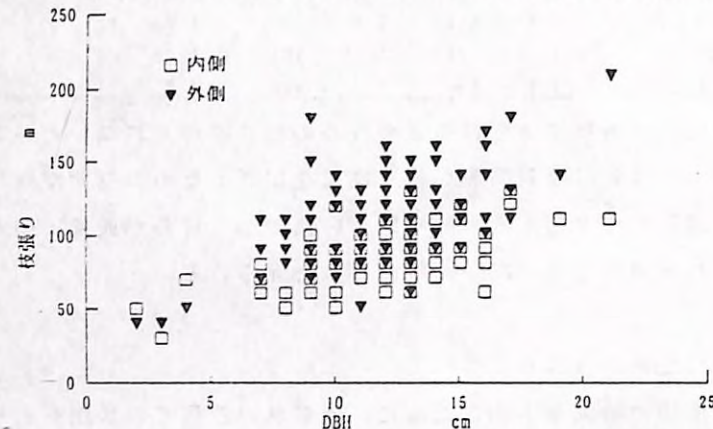


図5-2 2条植栽林分(浪江28林班)の胸高直径と枝張りの関係

設定時の平均樹高が8m、このときの林齢が16年であるので、地位はⅡ等地にほぼ該当する。初回間伐が25年とすれば、平均胸高直径が17cm前後と見込まれるので、そのときの外側の枝張りは、図5-2から2m程度と推定でき、この時点でも完全に閉鎖している状態にはない。また、Ⅰ等地でも25年生時の平均胸高直径は20cm強であり、胸高直径と枝張りの関係から推定しても未閉鎖の状態のままであることに変わりないと思われる。

## 2) 3条植栽林分について

3条植栽林分の枝張りについては、村上営林署371林班を例にする。中央条の列間は1.5mであるので、図5-3をみる限りすでに閉鎖しているといえる。一方、外側条の場合は、個体の大きさが同じであれば、前図に示した浪江の枝張りに比べて内、外側とも大きいものの、図5-3に示すように条間4.5mを閉鎖しているようには見えない。浪江に比して枝

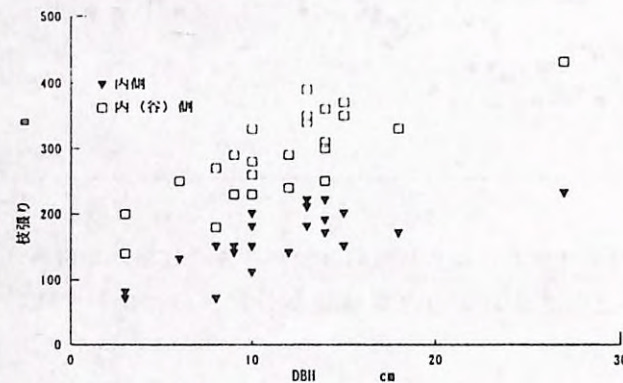


図5-3 3条植栽林分(村上371林班)の中央条の胸高直径と枝張りの関係

張りが大きいという結果の生じた理由の1つは、雪圧による曲がり関係しているかも知れない。

多雪地域の、この地域の林分は初回間伐が35年と設定されている。この時に、枝が触れあい、林冠が閉鎖しているには、胸高直径と枝張りの関係から胸高直径が20cm以上と見なせるので、地位がⅡ等地以上の林分の場合ということになる。

ただし、枝が触れあっても、林冠が完全に閉鎖した状態にないことは、先に述べた宿毛ヒノキ列状植栽試験地の結果からも言えることであり、数値の上での閉鎖でもって直ちに間伐を要する高密度の状態にあると判断することは難しい。

## 7. 考察林の調査結果のまとめ

最初に述べたように、ここでは本数を調節した場合の、すなわち、除・間伐を実施した際のその後の生育に与える影響等を調べることを目的に、列状と群状、また列状でも2条、あるいは3条植栽といった様々な植栽様式の林分を対象に考察林として調査林を設定した。今回の場合、まだ3成長期を経ただけということもあり、精確な結論は出しにくい、予測を含めてまとめとして以下の3点を記しておく。

- ① 今回の考察林の場合、現段階では本数調整によって残存木の成長が促されたということはいえない。
- ② 本数調整をしなかった林分が調整を行った林分に比して、自然枯損が増大したという傾向にはない。
- ③ 植栽様式、樹高、枝張りの状態および今後の材の形質などから、一部に本数調整を要すると判断される林分が認められた。

(佐藤 明、奥田史郎)

## Ⅵ 列状・群状植栽林分の再評価

1960年代後半から広く推奨された列状および群状植栽は、主として省力、機械化および気象害の軽減をはかるなどとして導入されたものである。初回間伐の時期を迎えつつある今日、これらの林分は、当初期待された通りの効果が得られたのか、さらに新たな利点、もしくは欠点が見い出されたのか否かを含めて、改めて列状・群状植栽林分の功罪について評価し直す必要があると思われる。そこで、資料不足などで十分な評価のできない点については印象を記すのみに止めることとして、列状・群状植栽林分における林分の構造とそれぞれの構成個体の生育状況等の調査をもとに、気象害の軽減、成長と形質といった面を中心に、これらの林分の再評価を試みた。

### 1. 省力について



省力に関しては、群状植栽林分を中心にすでに林（1990）が取りまとめ、分析を行っている。本調査では、列状・群状植栽林分における保育作業の工程等については主たる目的でなかったため、当初から本格的な調査・分析を行っていない。このため、この点の評価は林の報告に譲ることにして、ここでは感じたもののみを記すことにする。

群状植栽では、下刈りまでの初期保育では一定の省力化が可能であると思われる。ここでの問題は、巢間における空間をどのように処理したかにかかっている。すなわち、巢の周囲のみを下刈りした坪刈りであったか、筋刈りであったか、あるいは全刈りであったかである。全刈りの場合は、その後のツル切り、除伐の作業が、普通植栽に比べて増大するとは思えないが、前二者の場合であれば、巢間の空間が大きいので、刈残した植生量が多く、繁茂も旺盛なため、下刈り段階では省力化が果たせても、ツル切り、除伐の段階になると、後に詳述するように必ずしも省力にはならないものがあると思われる。この点は、昭和40年代の報告書（福田 1968, 阿部 1971）ではほとんど触れていない問題点といえる。

下刈り、除伐が終了した後、順調に林分が成長し続け、巢間部分も植栽木の樹冠で閉鎖されるとなると、直に本格的な間伐時期を迎えることになる。群状植栽林分では、巢という単位があり、巢間に一定の空間が確保されていることから、間伐に際し選木や、伐採、搬出等の作業は、省力が可能と考えられる。

一方、列状植栽は、下刈り作業でもかなりの省力がはたせられると思われる。ただし、全刈りでない場合、特に等高線に沿った横列状では、条間に繁茂した雑草木が斜面上方から植栽木へ覆い被さり、その被圧を除くためにカブリ取りといった作業が加わることになるだろう。実際、群状植栽林分も含めて、一部の地域では、普通植栽の林分では行われることのないカブリ取りの作業が実行されている。

間伐については、列状植栽の場合、広い条間が確保されているため、搬出は容易（対馬ら 1991）であり、この点の省力化は問題ない。こうしたこともあって、今後ますます高性能林業機械が普及していくと、なお一層、列状植栽様式による造林方法が主流となる可能性が高い。高性能機械の仕様等を念頭に入れた植栽様式の検討が迫られている。

ただし、群状植栽、列状植栽にしろ、広い巢間、条間に生育の良い広葉樹が繁茂していれば、上記のような効果はなくなる可能性が高いといえよう。この場合は、有用な広葉樹とともに生育させて行くなど一斉林から針広混交林への誘導の試みも必要となろう。

## 2. 気象害について

### 1) 雪における影響

降雪によって折損などの雪害が巢植えのスギ林分で大きいとの報告（汰木 1979）がなされている。これは寡雪地帯における冠雪害で、湿雪による突発的な被害と考えられる。

一方、多雪地帯、特に坂下、六日町営林署などでは、積雪に伴う慢性的な害が生じる。慢性的な害では、雪圧による根元曲がりが生じるが、この影響を群状植栽で回避もしくは

軽減できるのではないかとすることで、積極的に巢植えが導入された。今回の群状植栽と普通植栽の林分が隣り合わせになっている数少ない例の1つである水上営林署12林班の試験地では、最大積雪深2m、傾斜30度を超えるということもあり、根元曲がりを回避させることはできなかったものの、群状林分の方が、普通植栽林分より相対的に曲がりが少ないという結果を得た。飯塚ら（1985）の六日町営林署管内の14年生スギ林分の調査例では、根曲がりとは方形区（1.8m×1.8m）より群状区（5本巢植え：巢中央木間の距離4.1m×4.1m、巢内4隅の一辺の距離1.2m、中央木と4隅の個体の距離0.85m）で小さいという、先の水上市営林署の事例と同様な結果が得られている。しかし、一方では、先の汰木（1979）のように雪圧による幹折れや倒伏は、群状区のほうが方形区の2倍の被害を受けていたと報告されているものもある。このように群状植栽によって雪害が軽減されるか否かの結論を出すには、さらに多くの資料を蓄積することが必要である。

今回調査した列状植栽林分では、雪による影響を検討するまでの資料は得られなかった。一方、猪苗代営林署管内のスギ林で小野ら（1985）は、方形区、群状区、それに1条植栽区（1.0m×3.3m）の3者間で比較した結果、13年生時の根曲がりはいずれの区とも大きな差はないものの、雪折れは方形区のほうが群状、列状区より被害率が高いと報告している。このように、群状植栽林分と同様、列状植栽林分でも雪圧の害を完全に回避することはできないし、軽減といった観点についても、一定の傾向を見いだすまでには至っていない。

### 2) 風における影響

群状植栽の長所の1つとして、真部（1983）は耐風性の増大を上げている。しかし、今回の調査ではこれに関する資料がなく、評価できる状態にない。

先に例示した猪苗代のスギ林分（小野ら 1985）では、7年生時に、列状、群状植栽の林分ではわずかしは見られなかった寒風による梢端枯れの被害が、方形区で著しく発生したと報告されているものの、その原因については直接触れていない。しかしながら、この梢端枯れは、植栽様式の差異によるものと、坪刈り、全刈りといった下刈り方法の違い等によるものが考えられる。事実、同一試験地で調査した小野らの論文より先の報告（古川・菅野 1975）では、それは刈り残し部分の雑灌木による保護効果によるものとみており、巢植えなどの植栽様式というよりも坪刈りによる影響であったと推察される。

## 3. 雑草木類について

巢植えについて、佐藤（1983）は、「これは部分的に閉鎖を早く行わせて植え付ける苗木の数を少なくする、いわば密植と疎植の利点をあわせ求めたものである」と述べている。列状植栽の場合は、植栽様式により必ずしも上記の指摘にあてはまるばかりとは言えず、早期に閉鎖が完了する部分と、閉鎖が遅れて長期間に渡り林床まで光が透過する部分とがあることであろう。

一般的な条件下では、光が潤沢にある空間であれば、雑草木は繁茂しやすい。よって、



列状・群状植栽林分とも、疎開部分が閉鎖するまで、その空間は雑草木が繁茂すると思われる。実際、中之条営林署（1974）の調査では、巢間距離が大きいほど雑灌木の量は増大することが明らかになっている。しかし、9年生の林分について調べたこの報告では、最も大きい巢間5mの間隔区でも支障木のみ除伐する程度で良く、初期保育作業において省力になっていると述べている。ただし、高鍋営林署の巢植え林分（山根 1981）では、下刈り作業は省力となっているが、除伐作業では普通植栽に比して4割増しとなったと中之条での調査例とは違った内容の報告がみられる。

通常の下刈りは、方形植えの場合は、全刈りで行うことが多い。しかし、列状・群状植栽の場合、群状の巢の周りだけを下刈りする坪刈りや、列状に植えられた木の周囲だけ下刈りを行う筋刈りといった方法でなされている。このため、省力となるとともに、前述した猪苗代営林署の例（古川・菅野 1975）のように雑草木が成長し、寒風害防止といった効果をあわせ持つことも見逃せない。ただし、方形植えでも全刈りでなければ、猪苗代の場合と同様の効果を得ることが期待されるので、こうした利点は、植栽様式の違いによるものと結論づけることはできない。

次にツル植物について記す。中之条営林署大戸のカラマツ・ヒノキ列状植栽試験地の結果でも明らかのように、下刈り終了後、ツル植物の生育が年々旺盛となり、植栽木の成長に与える負の影響が大きくなっている。それが特にカラマツで大きかった。また、普通植栽の林分に比べてツル植物の数も列状植栽林分で多かった。しかし、普通植栽の林分でも今回調査したカラマツ林では、フジによる巻き付きにより、かなり目立ったツル被害が認められた。このため、これらの被害発生が単に植栽様式の違いに起因にするとするには、早計といえるかの知れない。いずれにしても、ツルの巻き込み等の害は、群状植栽、列状植栽に限らず、木材生産に致命的な影響を与えることから、植栽様式の違いに関わらず、必要に応じて適切にツル切り作業を実施しなければならないことには変わりない。

#### 4. 幹の形状について

群状植栽、列状植栽の場合、植栽様式にもよるが、個体間の距離が方向によって差があるため、枝張りの状態は均一でなくなる。こうしたことから、群状・列状植栽の林分では、幹曲がりの発生が心配されている。特に巢植えでは、巢の外側に湾曲するとの事例も中之条営林署の林分などで報告（1974）されている。このように巢内の個々の個体間隔が短く、そこでの密度が高い場合は湾曲といったものが生じる可能性は高いものの、今回、事業的に実施されている4本巢植えでは、4隅の一边の距離が1mあり、外側に向かって幹が曲がるといった傾向はほとんどみられなかったといえる。

列状植栽の場合の湾曲も、列の外側、つまり条間に向かって曲がるといった例ははっきりせず、群状植栽の場合と同様、幹の曲がりとは斜面下方に向かったもので積雪圧によるものが大きい。こうした雪の影響についてはすでに述べた。

幹の偏心成長についても、群状・列状植栽の際の大きな問題点として指摘されている。北海道の収穫試験地の結果（篠原 1984）のように、列間が非常に狭い列状植栽林分で、側圧を受けてゆがんだ形の幹をしているとの報告も認められる。しかし、群状植栽、列状植栽による構成木で着葉状態に偏在がみられても、正円に近い肥大成長を示すことがトドマツ5条植栽の外側条の個体でも認められており（佐藤ほか 1981）、また、今回の4隅の一边の距離が1mの4本巢植え林分での伐倒調査でも、林業上、問題となるような極端な偏心成長はみられなかった。

植栽様式の違いにもより結果は一様でないと考えられるが、前橋営林局が事業的に行っている列状植栽、群状植栽などでは、樹冠構造のアンバランスはあっても林業的に問題となるような偏心成長は生じないといえる。

#### 5. 林分成長について

列状・群状植栽林分の個体の成長についてみると、特に、植栽後の早い段階の巢植え林分では局所的な個体密度の高まりにより空中の温・湿度あるいは地温などの環境が緩和されるためか、普通植栽林分に比べて良い樹高成長を示すとの報告（阿部 1971、沢田ら 1975、斎藤 1984）も散見される。しかし、その後は巢内での競争が激しくなり、上長、肥大成長とも抑制される傾向にある（汰木 1979、鈴木ら 1981、1982）との報告が増えてくる。一方、列状植栽林分の場合は、資料不足もあってか群状植栽のような明瞭な成長傾向は認めがたい。

四手井（1967）によれば、林分成長について「林分全体が十分に閉鎖してしまうと、各単木の配置の均一さの影響はあまりでもないし、収穫量の差もほとんどなくなってしまう。すなわち、林冠の閉鎖という条件が満たされさえすれば、配置の斉・不斉の影響はさほど大きいものではない」と指摘している。このように、林分が閉鎖段階に達すれば、林分あたりの成長は植栽様式に大きく影響されない。列状・群状植栽では、一部の空間は早期に閉鎖しても、植栽間隔の開いた部分の閉鎖は遅れるため、林冠の閉鎖という条件を満たすには時間がかかるので、この条件を満たすまでの期間、方形植えの閉鎖した林分に比べて生産量は低い状態で推移するといえる。今回の宿毛のヒノキ列状植栽試験地の調査結果からも、条間距離が大きいプロットほど、単位面積当たりの幹材積が小さく、生産量の低下を招くということが明らかにされている。

以上のように、列状・群状植栽の林分成長については、林冠が閉鎖すれば、同齢の普通植栽林分と大きな差はないものの、未閉鎖の段階までは、相対的に生産量（収穫量）は低いという現実は免れない。

（佐藤 明・竹内 郁雄）



## VII 列状・群状植栽林分の今後の施業指針

今回の調査結果では、列状・群状植栽林分とも、立地条件は、必ずしも良好とはいえず、大半の林分が、Ⅱ等地およびⅢ等地に属するものと判断される。このため、樹高成長はもとより、枝張りも旺盛とはいえず、林冠が完全に閉鎖するには、かなりの時間を要するとみることができる。

前橋営林局の森林施業の手引き（1990）による保育作業の実行標準と地域施業計画区ごとの伐期齢および間伐回数・間伐林齢の目安によれば、初回の間伐時期はスギ、カラマツの早いもので25年、計画区によっては40年、ヒノキ、アカマツでは早いもので30年、遅いもので35年となっている。考察林の現状は、すでに述べたように、いずれの林分とも、林齢20年前後で列状林分の条間が閉鎖している状態にあるとは認め難いし、群状林分においても巢内は別にして巢間まで閉鎖する状態になるのは時間を要する。しかし、徐々に林冠が閉鎖に近づきつつあるのは事実である。

これらの資料をもとに、前橋営林局管内の列状・群状植栽林分の今後の取扱いについて検討した。

### 1. 列状植栽林分について

すでに述べたように、列状植栽林分と一括しても、植栽様式は様々である。ここでは、とりあえず広い条間隔により植栽木の両側もしくは片側に未閉鎖の空間が長く存在する1条および2条植栽林分とそれ以上の多条植栽林分とに大別して検討を進めたい。

#### 1) 1条および2条植栽林分について

上述したように、1条および2条植栽林分は、苗間、列間に比べて条間が広い。このため、苗間あるいは列間方向は早期に隣接木との樹冠が触れあうことになる。しかし、先の図5-2で示した枝張りの広がり状態から判断しても、条間方向の閉鎖には時間を要する。反面、この残されている空間こそ、植栽木が枝葉を展開させ、十分な成長を確保しうる空間といえる。このため、この空間がほぼ閉鎖されるまでは、成長を促すための間伐は不要といえる。

考察林を含めた今回の調査結果から条間の閉鎖はそれほど早くないと予想されるので、上記の地域施業計画区ごとの間伐時期を大きく逸脱することはないものと考えられる。もちろん、形質不良木、病虫害に罹患している木などを除くといった目的の間引きについてはこの限りでない。

ここでの除・間伐の問題としては、この未閉鎖の空間に、目的樹種以外の樹種で占拠されている場合があげられる。特に、それが植栽木の樹冠と競合関係にあるとなれば、無視できない問題である。これらの樹冠を形成する樹木を雑草木の類として全て除伐するか、寒風害の防止などとして一部を残しておくのか、有用木のみを残していくか、有用木を含

めた密度管理を考えて、場合によっては植栽木の除・間伐を含めて対処していくのかなど、さまざまな選択肢がある。これらについては、個々の現場の状況で、判断を下していくほかない。

人工林に侵入してきた有用広葉樹の取扱いについての参考資料として、以下のものを列記しておく。

林野庁造林保全課 平成5年度 針広混交林施業のあり方に関する調査報告書 pp.70.

1994

林野庁造林保全課 平成6年度 針広混交林施業のあり方に関する調査報告書 pp.76.

1995

### 2) 多条植栽林分について

多条植栽林分といっても、植栽条数の違いのほかに、苗間、列間および条間でのそれぞれの距離に違いがあり、一括して論じるのは困難である。そこで、ここでは比較的実行例の多いスギ3条植栽を中心に、取扱い方法を考え、それ以上の多条植栽林分については、これを参考に対応すれば良いと思われる。

多条植栽林分では、条の内側を構成する列の個体は苗間、列間が比較的狭く、密植となっており、この部分のみ早く閉鎖するので、間伐を必要とする可能性が高い。その際の間伐について考える。スギ3条植栽では苗間：列間：条間＝1.0m：1.5m：4.5mとなっているので、中央条のみの密度を表7-1の①に従って計算すると欠落がなければおよそ6,670本/haとなる。しかし、中央条の面積を考えて現存立木密度を計算していけば、表7-1のようになる。

表7-1 内側（中央）条における立木密度の算出方法

- ① 1個体（植栽当初）の占有面積（㎡単位）を求める  
苗間：列間：条間＝1.0m：1.5m：4.5m（3条植栽）を例にあげると、1本の占有面積は、ここでは1.5㎡となる。1本当たりの占有面積をもとに1ha（10,000㎡）に何本あるかということが立木密度になるので、10,000㎡の逆数が植栽時の密度となり10000/1.5＝6666.6が求められる。よって、植栽時の立木密度は、およそ6,670本/haとなる。
- ② 内側（中央）条の占有面積を求める  
3条植栽で苗間：列間：条間＝1.0m：1.5m：4.5mのとき、内側（中央）条の占める割合は1.5/(1.5+1.5+4.5)＝0.2となる。ここでは調査面積が0.04ha（400㎡）であるので、内側（中央）条の占有面積は400×0.2＝80で、80㎡となる。
- ③ 1haに換算するための係数を求める  
該当する箇所の面積が80㎡であったので、1ha＝10,000㎡より係数は、10000/80＝125で、125となる。
- ④ 内側（中央）条における立木密度を求める  
調査区における内側（中央）条の立木本数を数える。ここで村上営林署の林分を例に中央条の本数を25および20本とする。ha当たりの立木本数は、本数×係数となるので、25×125＝3125および20×125＝2500となり、よって中央条の立木密度は、ha当たり3,125本、および2,500本と算出される。

村上営林署にあるスギ3条植栽の2つの考察林分、371および372林班を例にしてみると、平成6年の調査結果では、中央条の平均樹高は7.6mと5.8mであった。現在の立木密度は、先に計算したように、3,125本/haと2,500本/haとなっている。一方、371林班および372林



班における樹高の毎木データから上層樹高を求めると、それぞれ10.4mと7.8mとなる。これらの資料をもとに越後会津地方スギ林分密度管理図（1977）をみると、収量比数は一方は0.9を超え、他方は0.7前後となった。これらのことから、前者の林分の中央条は前橋営林局の間伐基準である収量比数0.85を超えた高密度の状態にあるということが出来るのに対し、後者の林分では、まだ間伐を要しないものと判断できる。

しかしながら、今回の村上営林署のスギ3条植栽の考察林、371林班の林分では、平均樹高が7.6mでも、中央条の枝の枯れ上がりはそれほど進行していない。この点だけを見ると、高密度の状態にあるとはいえない。収量比数が0.9を超えても、こうした状況にあることから、側方等からかなりの量の光が透過してきているものと考えられる。このため、3条植栽林分の場合には、中央条のみを取り出し、占有面積から立木密度を求めて密度管理を論議するよりも、枯れ上がりの状態などを加えて総合的に判断して、間伐の要否を検討した方が良いかもしれない。

いずれにしても、多条植栽の内側条においては植栽間隔が狭いので、間伐すべき高密度の状態が前橋営林局の森林施業の手引き（1990）で示される初回間伐の時期より早くくることが多いものと予想される。この点は、総合的に判断すべきであろう。一方、外側条については、この段階では2条植栽林分で記した状況と同じと考えられ、未だ間伐を要さない。

そこで、次に内側条のみが要間伐状態にあるときの間伐方法を検討しておく。3条植栽の林分の場合には、側方等からかなりの量の光が透過してくるものと思われるので、中央条だけを抜き伐りすることよりも、3条をまとめて間伐木を選定していく方が森林の取扱いとしてはあるべき姿に近いと考えられる。しかし、条間が未だ未閉鎖なので、3条をまとめた形で密度管理図を当てはめていくのは、理論上、無理であろう。そこで、ここでは3条をまとめた形で行う間伐の方法としては、アカマツ人工林の立て木仕立て法（牛山 1990）が適当と考える。立て木仕立て法については、付録として資料を添付した。

次に、4条植栽以上の林分での間伐方法について検討しておきたい。条間に接する外側条については、3条植栽のそれと等しい。これに対し、内側条は、3条の場合、中央条の1条しか該当しなかったが、この条数が増えていくことになる。この数が増えれば、先に述べた側方等からの透過光量の問題は相対的に低下するので、内側条の占める面積と立木本数から立木密度を求めて密度管理を検討することに対する普遍性は高まる。したがって、条間が閉鎖するまでは列間が閉鎖している内側条のみについて密度管理図を用いて判断し、実際に間伐を行う際には、先の3条植栽に倣って立て木仕立て法をもとに外側条の個体を含めて選木して行うのが、森林管理上適当と思われる。

## 2. 群状植栽林分について

群状植栽林分については、表3-1に示したように1つの巣の本数、巣内の植栽様式、

巣の配置などに変異が多く画一的に取扱いできない。特に、試験段階では、巣内の間隔も狭く、様式の多様性は高い。しかし、事業的に行われている例は、4本および5本巣植えが主体であろう。事業面積の多い坂下営林署での調査例を中心に考えると、巣間の閉鎖にはかなりの時間を要するものと考えられ、初回間伐の時期は、会津計画区で示される35年と大きな違いはないものと思われる。いずれにしても、ここでは、4本および5本巣植えの2種について検討する。

事業的に植栽されている4本巣植えの場合、東京大学の千葉演習林で行われた試験での巣内間隔が0.4mといった例（鈴木ら 1981, 1982）があるのに比べ、1.0mもしくは1.2mと比較的広い。一方、巣間の距離は2.65m×2.65mもしくは2.0m×2.9mと列状植栽の条間に比べるとかなり狭い。このことから、林分によっては、1.8m×1.8mの普通植栽と際違った違いがみられないこともある。現実の群状植栽林分では、巣内の個体全てが生存しているわけではないが、4本巣植えの林分では、巣間の樹冠の閉鎖を待って、従来の密度管理に基づく間伐を行うことを基本にすることで良いと考えられる。

次に5本巣植えの場合を考える。事業的に行われている植栽様式の例の1つとして巣の中央木間の縦方向の巣と横方向の巣の距離はそれぞれ4.1m、巣内においては4隅の一辺の距離は1.2m、中央木と4隅の個体間の距離は0.85mというのが上げられる。この場合、巣間の距離は2.9mとなり4本巣植えと同じである。スギの5本巣植えでは、事業的なものにはもう1つの様式があり、上記のものより巣間の距離が0.2mほど長くなっているものがある。5本巣植えの場合、巣内の全てが生存している例は、今回の坂下・スギ群状試験地の調査結果でも、また、岩手大学の調査報告（赤坂、熊谷 1984）でも非常に少ないことが明らかにされている。特に、巣の中央に植えられた個体は生存率が最も低く、樹高も低い傾向にある。こうした実態にあるので、ある程度年月を経た林分の現状は4本巣植えの巣と大差ないといえるかもしれない。いずれにしても巣を構成する個体の全てが高い生存率を示す場合は、巣間の閉鎖を待つことなく、それぞれの巣単位ごとに間伐木を選定し間伐することが必要であろう。しかし、実際的には、先の4本巣植えの林分と同様の取扱い方法で問題ないと思われる。

なお、事業的には3本巣植えも実行されている。これについては、先の立て木仕立て法（牛山 1990）に「鼎立するものは立て木として共存させる」とあるように、かなりの期間、間伐は要しないものと考えられる。

## 3. 施業指針のまとめ

すでに指摘されているように、列状・群状植栽林分であっても、林冠が閉鎖してしまえば、従来の方形植栽の林分と同じ取扱いでよい。ここでの問題は、未閉鎖状態を含めて、除伐以降どのような方法でこうした林分を取り扱っていくかということである。列状・群状植栽のかんりの林分は、前橋営林局で示してある間伐林齢の目安の初回間伐の時期まで



前橋営林局における列状植栽、群状植栽林分の保育体系

樹種	地域別	林																				年齢								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		25	30	35	40	45	50	55	60
スギ	太平洋側	下刈り	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	間伐	間伐	間伐	間伐	主伐	主伐	主伐	主伐	主伐
	日本海側	下刈り	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	除伐Ⅱ類	除伐Ⅱ類	間伐	間伐	間伐	間伐	間伐	間伐	主伐
ヒノキ	太平洋側	下刈り	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	除伐Ⅱ類	除伐Ⅱ類	間伐	間伐	間伐	間伐	間伐	間伐	主伐
	日本海側	下刈り	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	除伐Ⅱ類	除伐Ⅱ類	間伐	間伐	間伐	間伐	間伐	間伐	主伐
アカマツ	太平洋側	下刈り	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	除伐Ⅱ類	除伐Ⅱ類	間伐	間伐	間伐	間伐	間伐	間伐	主伐
	日本海側	下刈り	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	除伐Ⅱ類	除伐Ⅱ類	間伐	間伐	間伐	間伐	間伐	間伐	主伐
カラマツ	太平洋側	下刈り	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	除伐Ⅱ類	除伐Ⅱ類	間伐	間伐	間伐	間伐	間伐	間伐	主伐
	日本海側	下刈り	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	除伐Ⅱ類	除伐Ⅱ類	間伐	間伐	間伐	間伐	間伐	間伐	主伐
カララシ	太平洋側	下刈り	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	除伐Ⅱ類	除伐Ⅱ類	間伐	間伐	間伐	間伐	間伐	間伐	主伐
	日本海側	下刈り	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	除伐Ⅱ類	除伐Ⅱ類	間伐	間伐	間伐	間伐	間伐	間伐	主伐

この体系は1つの目安であり、立地条件等により異なるため、実施にあたっては現地の実態に即して行うこととする。

(注) 地区別には津波則と、砂城、阿武隈川、那須、常陸の計画区は日本海側とする。間伐・主伐の新体字の地区名は地域施策計画区名である。ただし、葛津は草津事業区域を示す。また、作業港の下に付随した△印は、必要に応じて実行すべきものである。

最後に、個々の植栽様式における除伐以降の施業上の留意点を以下に掲げておきたい。

1 条および2条植栽の列状植栽林分については、

①条間に競合個体がなければ、林冠の閉鎖を待って、従来通りの密度管理を行う（未閉鎖の間は、通常では間伐不要）。

②ただし、林冠が未閉鎖であっても標準保育作業に即して形質不良木等の除・間伐を実施することに問題はない。

③条間に広葉樹等が侵入し、植栽木と競合状態にあれば、必要に応じて植栽木を含めて除・間伐を行うこと。

などが上げられる。

一方、群状植栽林分については、

- ① 巢単位で選木し、間伐を行うことを前提にする。
- ② 3本巢植えの林分では、基本的に間伐は要しないが、林冠閉鎖後は必要に応じて密度管理を行う。
- ③ 4本巢植えでは、巢間の閉鎖を待って、従来通りの密度管理を行う。
- ④ 5本巢植えも基本的には4本巢植えの場合と同じ取り扱い方法で良い。

などが上げられる。

(佐藤 明・竹内 郁雄)

## VIII ま と め

列状植栽、群状植栽は、省力化、気象害の軽減といった観点から昭和40年代に入り、各



地で盛んに導入されたものの、昭和50年代後半以降からの実施面積の落ち込みは著しい状態にある。しかし、近年、高性能林業機械の導入が進められていることから、特に列状植栽について、再び関心が集められつつある（由田ら 1993）。

こうした状況にあるものの、列状植栽林分、群状植栽林分の取扱いをどうするかについては、当初より明確なものは存在しておらず、その後も植栽様式がまちまちであること、間伐期に達した林分がなかったことなどから詳しい検討がなされていない。今回、前橋営林局からの要請を受け、特別会計技術開発試験課題として「列状（群状）植栽による施業改善効果の評価と施業方法の確立」といった課題で、平成3年から7年まで5か年をかけて、その問題に取り組んできた。必ずしも十分な資料を収集出来たわけではないが、Ⅳ、Ⅴに示すような列状・群状植栽林分の再評価および施業指針の提示を行った。これらは、まだまだ完全なものとはいえない。しかし、ここでの取扱い指針の基本は、密植、疎植が混在するこれらの林分にあって樹冠が閉鎖状態になり、過密の状態となれば、従来の密度管理に倣って除・間伐を実施していくということにつきる。その際、現場で直ちに対応可能でないとの指摘はあるが、立て木仕立て法（牛山 1990）における立て木選定の考え方が今回のような植栽様式による林分においては、除・間伐を実施する際の基本となりことを改めて記しておきたい。

本研究遂行にあたり、前橋営林局美斉津桂元造林課長、五十嵐毅若松営林署長、佐藤正男企画官、柏原良一大田原営林署次長、清水道明造林技術主任官、坂下営林署、前橋（現高崎）営林署、水上営林署、中之条営林署ほか多くの担当者にお世話頂いた。ここに感謝の意を表したい。

末尾となるが、群状植栽について1960年代の当初より多大な関心を抱き、その後も巢植えの推進およびその得失等の取りまとめ（林 1990）を行ってこられた、また、本試験についても着手の契機を作られ、この成果の取りまとめ等について最後まで関心を寄せてこられた故林寛前森林総合研究所関西支所長（元生産技術部長）に敬意を表するとともに、謝辞を表したい。

## 引用文献

- 阿部武夫：スギの巢植造林試験 前橋局林業技術研究集録 17:100-104, 1971  
赤坂 宿、熊谷三蔵：スギ巢植造林試験 I 設定15年後の生育状況 岩大演習林業務資料 6:81-86, 1984  
安藤 貴・谷本丈夫：列状試験地における解析。機械化を前提とした植栽方法 3~8, 昭49年度国有林技開発試験報告書 1975  
只木良也：巢植えは有利な造林法か、暖帯林, 10:2-8, 1964  
蜂屋欣二・只木良也・河原輝彦・佐藤 明・竹内郁雄：列状植栽事例報告の分析。機械化

を前提とした植栽方法 9-42, 昭49年度国有林技開発試験報告書1975

林 寛：群状うえつけについて、名古屋局業研論（37年度）, 138-161, 1963

林 寛：作業性の向上に関わる育成技術の検討 森利研誌 5(1):1-14, 1990

飯盛兼行・畑中定雄：多雪地帯における群状植栽地のスギの成長、名古屋局業研論（46年度）, 128-139, 1972

飯塚充由、坪谷三佳、酒井孝喜：植栽方法別試験 前橋局林業技術研究集録 29:50-53, 1985

猪瀬光雄：人工林施業の現状と今後の展望（1）—多条植人工林の間伐について— 北方林業 47:273-274, 1995

中原朝一：多条植栽人工林の間伐 —間伐手法の違いの検討— 北方林業 47:193-195, 1995

中之条営林署：巢植造林 造林実験営林署報告 8:10-16, 1974

石田秀雄：豪雪地帯における並木状植栽法の効果 森の研究 194-197, 日本林業調査会 東京 1996

小野吉二、小池忠夫、菅野幸男：スギ植栽方法別試験 前橋局業研集 29:45-49, 1985

小野寺弘道：雪と森林, 81pp, 林振, 東京, 1990

林野庁造林保全課：平成5年度 針広混交林施業のあり方に関する調査報告書 pp. 70, 1994

林野庁造林保全課：平成6年度 針広混交林施業のあり方に関する調査報告書 pp. 76, 1995

酒井 功、池田正幸：多雪地帯における巢植（群状植栽）および植栽本数の試験について 大阪営林局林業技術研究集録 78-88, 1979

斉藤充彦：群状植栽試験地の生長経過 高知営林局昭59技術開発研究考案発表集 132-134, 1984

佐藤 明、石塚森吉、豊岡 洪：5条植栽、25年生トドマツ林の林分構造 94回日林論 3 57-358, 1983

鈴木 誠、山下重夫、高浜静子：巢植造林の成長 I —サンブスギ林について— 日林論 92:313-314, 1981

鈴木 誠、山下重夫、高浜静子：巢植造林の成長 II —ヒノキ林について— 日林論 93 :331-332, 1982

牛山六郎：アカマツ人工林の施業指針（立て木仕立て法） 森公弘済会調査研究報告書 1 :563-616, 1990

汰木達郎：植栽密度、形式のスギの成長におよぼす影響についてⅢ —巢植造林について— 九大演集報 18:57-76, 1963

汰木達郎：スギ巢植林の生長 九大演報 51:19-38, 1979

汰木達郎ほか：巢植えされたスギのスギの形質について、99回日林論, 443-434, 1988



(付録)

## 立て木仕立て法による施業の考え方と手順のあらまし

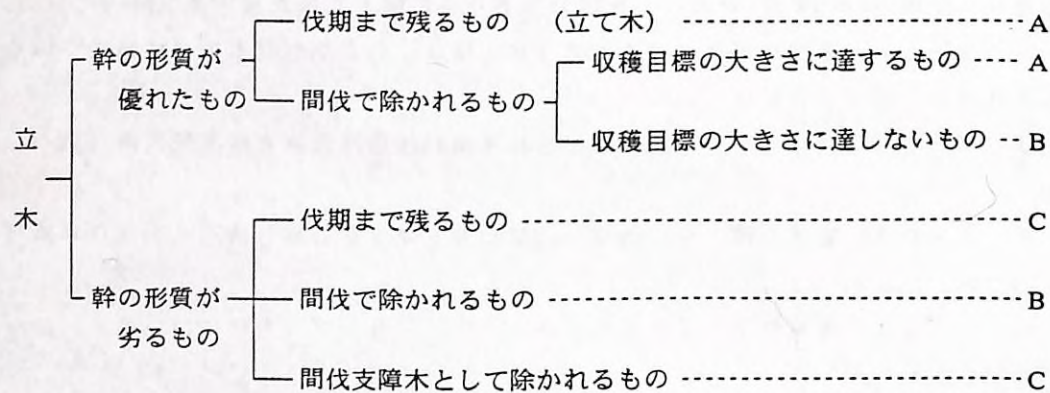
### はじめに

「立て木仕立て法」とは、当初から良質な中・大丸太の生産が期待できる形質の優れた立木を、適当な間隔に選抜して「立て木」とし、「立て木」個々の経済的な成長を妨げるものだけを除伐し、その他の木には一切手をかけないというものである。「立て木仕立て法」のネライは、収穫目標を市場で有利に取り引きされる高品質材の育成におき、最少の経費で最大の収益を上げることを希求し、保育に無駄な金をかけないようにすることにある。

### 対象林分について

立て木仕立て法を適用する林分は、「個体間の形質格差が大きく、かつ、小径木や低質木に利用価値が低く、林分全体として管理するよりは優良木のみの方質向上を目標として施業を行うことがより適当と判断されるものである。形質の良い植栽木が一面にある優良な林分では、胸高直径を基準にする他の間伐法を用いる。(一部修正)」とされている。こうした点を考慮すると、列状、群状植栽林分の多くには「立て木仕立て法」を適用し、除・間伐を行うことが適当と考えられる。

### 【立木の分類】



### 施業手順

I. 林分ごとに「立て木(A)」の仕立て目標本数を決める。

#### 【立て木の仕立て本数】

- ・「立て木」の当初の仕立て本数は、伐期目標本数の1.5～2.0倍程度とし林分ごとに、立地条件などを考慮してきめる。
- ・目標本数の平均間隔を「モノサシ」にして「立て木」が出来ただけ偏在しないように選抜する。

主伐期における立て木本数例

目標胸高直径 (cm)	30	40	50
立て木(A)本数 (本/ha)	700	450	350
スギ	650	450	
ヒノキ	600	500	400
アカマツ	500	300	

(地位等により変動がある)

### II. 立木の分類等に従い区分けする。

①一群の立木の中から、まず「立て木(A)」を選抜する。

Aは、種及び樹幹の形質が経済的に優れ、かつ、収穫(利用)目標の大きさになるまで育てられる位置にあるもの。

\*立て木(A)を選ぶときの注意点

- ・将来、通直真円完満な有利に売れる可能性のある木を選ぶ。
- ・幹の通直性は、縦横から確かめる。状況により弱い「一方曲がり」も含める。
- ・傷、腐れ、ねじれ、病虫害などの欠点は、入念に調べる。
- ・太さに惑わされず、曲がったもの、暴れ木を選ばないようにする。
- ・「立て木」は、相互に利用価値(立木価)のある大きさまで育てられる位置間隔を取るようにする。これが仕立て本数の決め手となる。

②間伐する木(B)を選定する。

Bは、立て木(A)の生育を妨げるもの及び立て木(A)の幹を傷つけるもの。

\*伐除する木(B)を選ぶときの注意点

- ・「立て木」の個々について、次回施業までには、「立て木」の樹冠や幹の経済的な生育を妨げるものを除去し、立て木に上方からの光が十分に当たるようにする。
- ・「立て木」が成長して互いに競合するようになれば、樹勢、形質、位置などを検討し、劣るものを間伐していく。

③残りの個体は、その他の木でCと分類し、手をかけない。

④立て木の例外措置

- ・「立て木」は、均一に散在することが望ましいが、優れた木が以下のように近接して優劣がつけがたいときには、いずれも「立て木」として共存させる。
  - a) 2本並立
  - b) 3本鼎立

### III. 間伐する木(B)を伐倒する。

①選定した間伐する木(B)に印付けし、伐倒する。

②伐倒する木が懸かり木になるおそれのある木は、Cであっても作業の安全と能率のため先伐する。

(牛山(1990)を改編)