

冷温帯下部天然生林の更新技術 I

——天然生アシウスギを母樹にしたじかざし試験——

安藤 信・川那辺三郎・菅原哲二
登尾久嗣・中根勇雄・中野孝一
樫木達也・渡辺康弘

1 はじめに

裏日本の冷温帯下部天然生林にはスギを有する地域が多く、京都大学芦生演習林においても標高 700 m 附近から上部の尾根筋には天然スギの占める割合が高い。これらアシウスギの大部分は天然生林内では伏条によって更新していると考えられているが、倒木上、若齢の広葉樹林内、歩道や林道法面など各所に実生による更新もみられる。天然生林の林相の維持、林種転換、伐採後の蓄積回復を目的に当演では種々の更新技術の検討が進められてきた。スギの更新方法としては養成苗木による植樹造林、林地の天然生実生、伏条苗による天然更新、さし穂を林地に直接さすじかざしの三つが考えられる。天然下種による更新は母樹の存在と結実年に左右されるが、下刈、腐植の除去あるいはかき起しなどのいわゆる天然更新補助作業によって更新を可能にすることができる²⁾。天然生の伏条苗は標高の比較的高い尾根部に集中し地域的、地形的な偏りがみられ、また地際に近い幹の湾曲した形状が長く残り初期の樹高生長は優れないが、中、上層木の除去により生長を促進することができる³⁾⁴⁾。しかし林相によっては積極的にスギを導入しスギの混交率の高い林分を育成する必要もあり、そのためには苗木の植栽またはじかざしによる方法が最も確実であろう。スギのじかざしは標高の高い多雪地での生存は比較悪いと考えられるが、林内にふんだんに存在する天然生スギを母樹に、最も簡易な手法と少ない労力で行なうことができる更新方法の一つとして検討を要する課題であり、当演でも以前から試みられてきた⁵⁾⁶⁾。

本研究はスギのじかざしについて林分構造と林内環境が著しく異なる林地で、更新の可能性を検討するために計画された。試験は1980年から1982年の3年間芦生演習林研究室と造林班が中心になって行なわれたものである。測定など本試験の実施にあたり演習林職員各位にはいろいろご協力いただいた。ここに記して感謝の意を表したい。

2 試験地の概況

試験地は芦生演習林17林班長治谷苗畑跡地（標高 630 m）および苗畑跡地より北東に面する傾斜30~35°の斜面の標高差約 50 m の範囲に設けられた。試験区は斜面上部の林冠を人為的に程度をかえて疎開したスギ・落葉広葉樹天然生林内に2ヶ所、下部の落葉広葉樹天然生林内に1ヶ所、そして下部平坦地のスギ人工林内、開放地各1ヶ所の計5ヶ所である（図1）。⁷⁾ 土壌はすべて B_D 型であるが落葉広葉樹林内試験区は小礫が多い。試験期間中の気象条件について芦生演習林事務所（須後 標高 359 m）の3年間の月平均気温と月別降水量を図2に示した。1980年迄の累年芦生気象概況と比較すると期間中の年平均気温は2.1~3.8℃低く、1980年は特に降水量が多いことがわかる。さらに試験地最寄の長治谷実習施設（標高 640 m）における過去の観測結果が

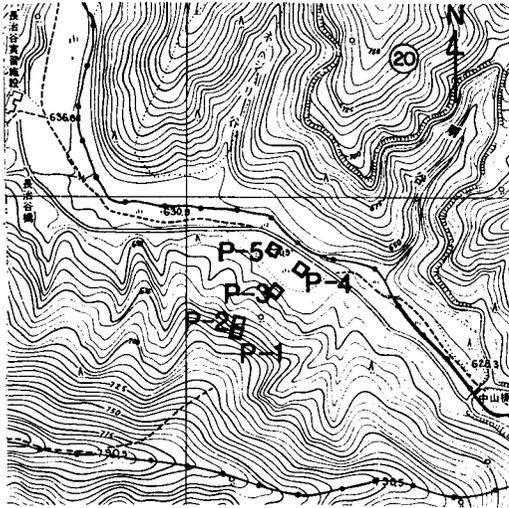


図1 試験区位置図

1980年6月4日試験地に隣接する20林班林道沿いから最近の生長のよい3本の天然生中径スギ母樹を選び500本のさし穂作りを行なった。母樹の形状および母樹ごとの採穂数については表2に示した。さし穂は母樹葉層の中層およびその下部から採集し、約40cmの長さに切断し基部は鋭利な刃物で切りとり軽く切り返した。さらに基部より上10cmの部分の枝葉は剪定鋏で切り落した。基部の直径平均は0.7cmである。穂作り後さし穂の基部を流水につけ翌6月5日各試験区に96本さし付けた。さし付けは案内棒を用い斜面に沿って斜めに穂の長さの半分をそう入し、周りを踏みかためた。対照区の開放地P-5は植栽後間もない落葉広葉樹の造林地に隣接した位置にあり、毎年1回の下刈りが行なわれたが、草本、シダ、ツルなどの繁茂が著しく、夏期剪定鋏で取り除く程度の除草を数回行なった。

さし付け後、積雪のある冬期を除き1~2ヶ月おきに各試験区でさし穂の生存状態を調べた。調査内容は葉量、葉の色、新葉の展開状況などから生存、枯死状態を判断するとともに、雪害、虫害など被害の状況についても記録した。

1980年11月、1981年11月、1982年10月にさし穂の一部を掘り取り、発根やカルス形成の状態を調べた。掘り取り本数は毎年各試験区24本としたが、2年目にはすべての試験区で葉が褐色化し

ら推察すると、試験地の気象は事務所のものより年平均気温は2~3℃低く、年間降水量は400mm程度多いものと思われる。なお試験地周辺は毎年最大積雪深が2~3mにおよび12月半ばから3月にかけて根雪に閉ざされる。

3 材料および方法

1980年5月スギ・落葉広葉樹混交林内試験区(P-1, P-2)の上木の切りすかしと各試験区の植栽のための地拵えが行なわれた。地拵えは各試験区3m×2m(6m²)について植栽に支障となる草・木本類の刈り取り作業が行なわれた。試験区各林分の概況調査は1982年6月に行なわれその結果を表1に示した。

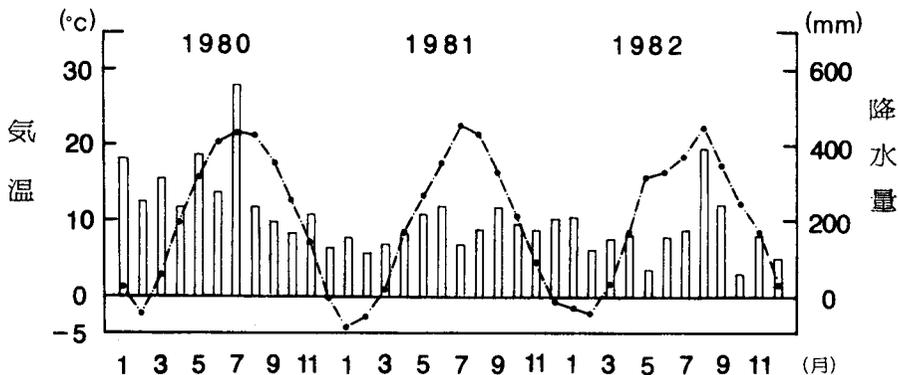


図2 芦生演習林の気象(事務所)

表1 試験区の概況

試験区	標高	方位	傾斜	林況
P-1	680m	N10E	32°	スギ・落葉広葉樹天然生林内に直径約 6m に林冠を疎開し、その下に試験区を設けた。上層には H 20~25m, DBH 30~50cm のスギと H 10m に満たないイタヤカエデ, マルバアオダモがみられ, 中層は H 5~7m, DBH 10cm 以下のコミネカエデ, リョウブ, クロモジ, ウワミズザクラが優占する。下層はスギ伏条稚樹, ヒメアオキ, ヤマウルシ, ナガバモミジイチゴ, オオカメノキ, ツリガネツツジ, ミヤマシグレ, コシアブラ, クロモジなどの木本類とヤマトテツがみられるが草本類は少ない。
P-2	670m	N8E	32°	スギ・落葉広葉樹天然生林内に直径約 10m の円形に林冠を疎開し、その下に試験区を設けた。上層を形成するスギは H 25m に近く DBH は 30~40cm である。P-1 に比べスギの割合は少なく混交する広葉樹は H 10m, DBH 20~30cm のハクウンボク, ハウチワカエデ, クマシデ, 中層は DBH 10cm 前後, H 10m に満たないハクウンボク, ミズメ, リョウブ, コシアブラなどである。下層は P-1 の木本類の他にノリウツギ, ナナカマド, エゾユズリハ, コバンノキ, ウリハダカエデ, ウワミズザクラ, タムシバ, ミズキ, ツルウメモドキ, イヌツゲ, ヤマアジサイ, タラノキ, ホオノキなどがみられ種数が多い。
P-3	640m	N62E	28°	試験期間中に風倒の DBH 約 60cm のイタヤカエデが近くにみられるが, 比較的径級の低い天然生落葉広葉樹林である。上層は DBH 15~30cm, H 約 15m のイヌシデ, ウリハダカエデ, ミズキ, クマシデ, ミズメが優占しスギの大径木はみられない。中層はイヌシデ, クマシデなどシデ類が多く, ナナカマド, ハクウンボク, アズキナシ, コハウチワカエデがみられる。下層木本類には, ヒメアオキ, オオカメノキ, ウリハダカエデ, ミズキ, イヌツゲ, ヤマアジサイ, クロモジ, イタヤカエデ, アズキナシ, ミズナラ, コハウチワカエデ, キンキマメザクラ, ツノハシバミ, ヤマボウシ, ハナイカダが存在する。
P-4	630m	0°	0°	苗畑跡地にスギを植栽した人工林(約 0.1ha)で植栽後約35年を経過する。一度間伐が行なわれ, 現在の林分は約 2500本/ha, 平均 H 13m, 平均 DBH 15cm, 胸高断面積合計は 48.6m ² /ha である。林分は閉鎖しているが, 面積が小さいため林縁は植物の種数が多い。試験区を人工林のほぼ中央に設けた。下層にはトチノキ, イタヤカエデ, ナガバモミジイチゴの稚樹, シシウド, ドクダミ, ヤマジノホトトギスなどの草本, リョウメンシダ, イヌガンソク, ゼンマイなどのシダ類がみられる。
P-5	630m	0°	0°	苗畑跡地で S. 51 植栽のミズナラ外の若齢落葉広葉樹造林地内であるが, 試験区を疎開地に設けた。フジ, ヤブマメ, ノブドウなどのツル性植物とフキ, ドクダミ, クロバナヒキオコシ, ゲンノウシヨウコ, オオバコ, スゲ類などの草本類が繁茂するが, 木本類は少なくノイバラなどがみられるだけである。

たものが多く, 1981年10月, 1982年10月には掘り取り予定以外でも枯死していると思われるものすべてを掘り取り, それらの地下部の状況も合わせて調べた。またスギ人工林内(P-4), 開放地(P-5)の枯死率は特に高く1981年11月の掘り取り時で試験を打ちきった。

光の測定は1980年6月, 9月, 11月に照度計を用い11時30分から12時30分の間に各試験区50点ずつ行なった。開放地試験区(P-5)に接した地点で同時に測定した値を林外照度として用い各区の相対照度を求めた。なお各区の光環境解析の参考資料として全天空写真を撮影し用いた。

表2 母樹と採穂数

No.	DBH (cm)	H (m)	採穂数 (本)
1	22.8	9.2	150
2	23.8	11.0	270
3	18.0	9.0	80

* 試験地最寄のスギ天然木伐根から樹齢は 100~150年のものと推定される。

一例を図3に示した。芦生のミズナラ林の林内相対照度は5月から6月上旬までに開葉によって急激に減少し、その後10月上旬までわずかに減少し、中旬から11月下旬まで落葉によって急激に上昇することが玉井らによって報告されている。P-1とP-2はスギと落葉広葉樹の混交林でP-1の上層木はスギが多く、P-2ではその割合が少なく、P-3は落葉広葉樹林と林分を構成する樹種が異なっていることはすでに説明した(表1)。6月下旬の測定結果は林木の葉が十分に展開した夏期の低い林内の相対照度を示し、また11月下旬の測定結果は広葉樹の葉の大部分が落葉した冬期の明るい時期の相対照度を表わしていると考えてよいであろう。

4 結果および考察

各試験区の環境条件については気温、湿度、蒸散量、降水量、積雪量などの気象条件、土壌条件、上層木および林床の植物の種構成、密度などが考えられるが、さし穂上部の上層木および林床の環境を表わす方法の一つとして光環境がある。林内の相対照度測定結果の

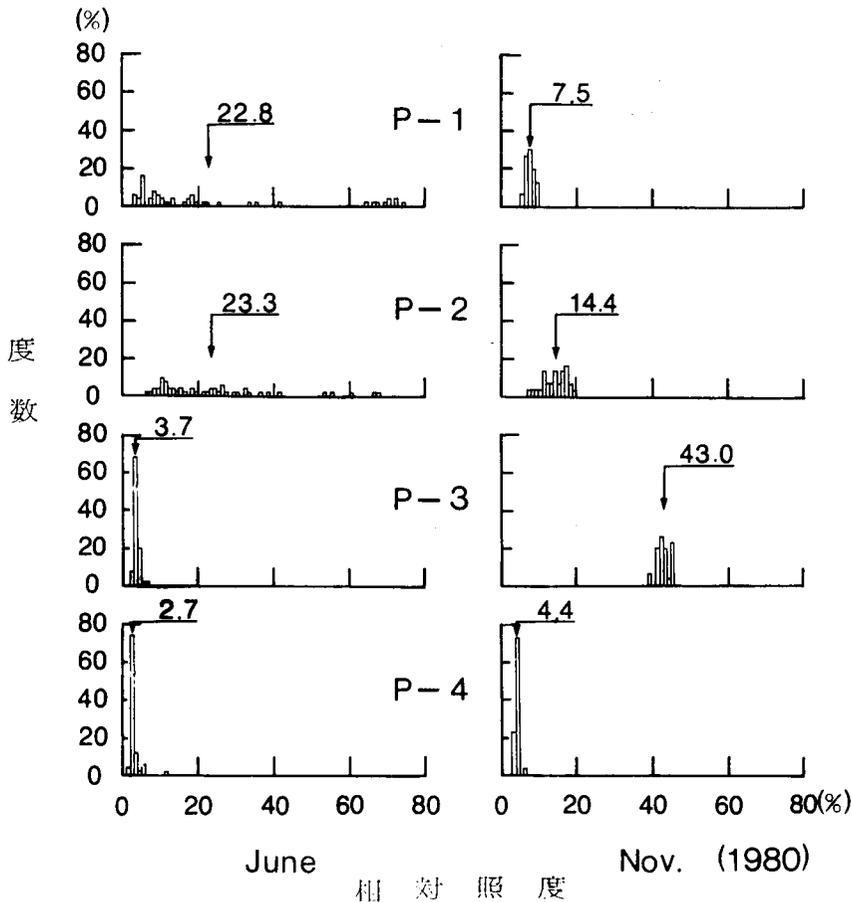


図3 試験地の光分布

* 図中の数字は平均相対照度を示す

P-1 の6月下旬の相対照度の平均値は22.8%であるが相対照度の度数分布は3%からおよそ20%までの間に度数の高い分布をもつグループと少数であるが65~75%の高い相対照度のグループに分かれる。試験区の中央部で撮影した全天空写真をもとに P-1 の林冠の状況を夏期の太陽の移動位置からみると、午前中に約1時間正午頃から約2時間直射光の入る可能性の高い林冠の破れた部分が見られる(写真1)。P-1 の6月下旬の林内相対照度は12時20分から30分に測定されているので、林冠の破れた部分から入った直射光の影響によって相対照度の強さの分布が2つのグループに分かれ平均相対照度が比較的高い値となったものと思われる。11月下旬の相対照度の平均値は7.5%でほとんど落葉しているにもかかわらず夏期の値に比べ低い値を示している。これは P-1 が傾斜の強い斜面にあり、試験区の南側が斜面上部となる沢に位置するため、全天空写真によれば太陽高度の低い冬期には斜面で太陽の直射光がさえぎられることを表わしており、相対照度が低くなったものと思われる。

P-2 は P-1 に比べ周辺の上層木にスギが少なく全天空写真によれば夏期の午後約2時間半の直射光の入る可能性の高い林冠の破れがあり、さらに天頂から北東部に全天空のおよそ1/5の林冠の破れがある。P-2 の6月下旬の相対照度の平均値は23.3%で P-1 との差が少ないが相対照度の強さの度数分布は P-1 と異なり、高い値のグループは50~70%にみられるがその度数は少なく、低いグループは6~40%で最も度数の高い相対照度はおよそ11%程度で P-1 よりかなり高い値である。P-2 の夏期に直射光の入る可能性のある林冠の破れは P-1 より小さいが天頂より北東側の林冠の大きな破れから入る散光の影響が夏期の相対照度の強さの分布の差となって表われており、この影響は冬期の相対照度にも強く表われ P-1 と P-2 の地形がほとんど同様であるが、相対照度の強さの分布や平均値が高くなっている。このように P-1 と P-2 を比較すると夏期の林内の相対照度の平均値は似た値を示しているが、林冠の破れの大きさや位置が異なると相対照度の強さの分布のしかたが異なるなど林内の光環境がかなり異なることを表わしている。

P-3 の夏期の林冠は一様で大きな破れはみられず相対照度の平均値は3.7%で比較的低い。P-4 は密なスギ人工林であるが試験区の西側が林縁に近く、直射光の入る可能性の高い破れがわずかであるが認められる。P-3 と P-4 の全天空写真を比較すると林分を構成する樹種が異なっており、夏期の林内の相対照度は共に低くその差は少ないが冬期は樹種の違いが光環境に大きな差となって表われている。すなわち P-4 のスギ人工林内では落葉期は開葉期に比べ相対照度で数%の上昇傾向がみられるがその変化が少ないのに対し、P-3 の落葉広葉樹林内では10倍以上相対照度は上昇している。

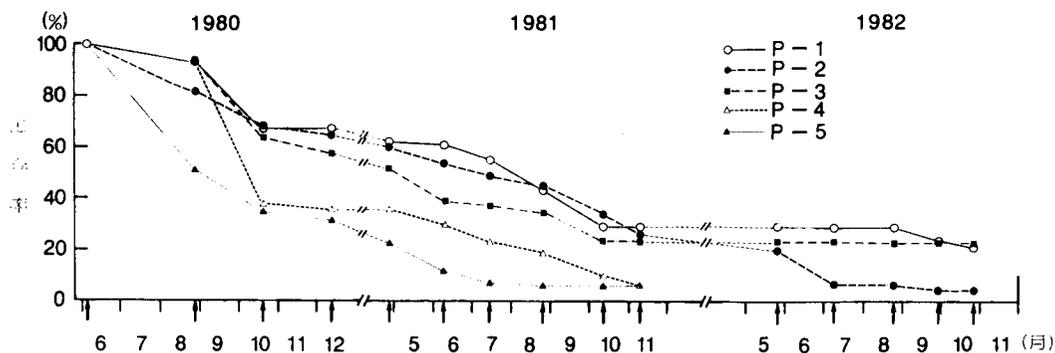


図4 生存率の経時変化

表 3 生存苗の発根

試 験 区	葉 の 状 態	1980年11月13日								1981		
		掘 取 本 数	発 根 本 数	無 反 応 本 数	カルス形成本数					掘 取 本 数	発 根 本 数	無 反 応 本 数
					合 計	基部カルス			側 カ ル ス			
						$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{3}$				
P-1	◎ (本)	14	6	4	8	5	2	0	4	2	2	0
	○ (本)	5	0	2	3	1	2	0	2	6	2	2
	合計 (本)	19	6	6	11	6	4	0	6	8	4	2
	比率 (%) カルス比 (%)	100	31.6	31.6	57.9	31.6	21.1	0	31.6	100	50.0	25.0
P-2	◎	15	3	2	13	5	5	3	3	2	2	0
	○	7	1	1	5	3	1	1	2	2	0	0
	合計	22	4	3	18	8	6	4	5	4	2	0
	比率 カルス比	100	18.2	13.6	81.8	36.4	27.3	18.2	22.7	100	50.0	0
P-3	◎	9	4	1	8	5	1	1	6	2	2	0
	○	6	0	0	6	4	1	1	2	4	2	0
	合計	15	4	1	14	9	2	2	8	6	4	0
	比率 カルス比	100	26.7	6.7	93.3	60.0	13.3	13.3	53.3	100	66.7	0
P-4	◎	6	0	4	2	2	0	0	0	3	3	0
	○	9	0	8	1	1	0	0	0	0	0	0
	合計	15	0	12	3	3	0	0	0	3	3	0
	比率 カルス比	100	0	80.0	20.0	20.0	0	0	0	100	100	0
P-5	◎	2	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
	○	6	0	3	3	1	1	0	2	4	3	0
	合計	8	1	3	4	2	1	0	3	4	3	0
	比率 カルス比	100	12.5	37.5	50.0	25.0	12.5	0	37.5	100	75.0	0

P-5 は開放地の対照区であるが周辺のスギ林や落葉広葉樹林の影響で全天空写真による相対的な明るさは80%であった。

林地で葉色から判断したじかざし苗3年間の生存曲線を図4に表わした。ここで生存個体とは葉色が緑色であるものを指し、葉色が白色化、黄色化あるいは褐色化の著しいものは枯死個体と判断した。P-1, P-2 のスギ・落葉広葉樹林内、P-3 の落葉広葉樹林内はほぼ同様の生存率低下傾向を示し1年目の秋には65%前後、2年目には25%前後と生存率が低下した。しかし3年目にはP-1, P-3 で生存率の低下がほとんどみられないのに対し、P-2 ではさらに低下し10%以下の極めて低い生存率となった。枯死の現われ方はそれぞれの試験区で異なり、夏期においては直射光の入るP-1, P-2 では葉の色が黄色から褐色へ変わり枯死していき、特に林冠の破れの大きいP-2 ではその現象の現われる時期がはやく枯死する個体も多いのに対し、夏期の相対照度が比較的低く一般的なP-3 では葉の色は白色から褐色に変わり枯死する。またP-1, P-2, P-3 のような急傾斜地の試験区では冬期雪によりさし穂が斜面下部へ押し流され、地際部を損傷し春先に枯

カルス形成状況

年 11 月 10 日					1982年10月26日							
カルス形成本数					掘取 本数	発根 本数	無反 応本 数	カルス形成本数				
合 計	基部カルス			側 カル ス				合 計	基部カルス			側 カル ス
	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{3}$						$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{3}$	
2	2	0	0	0	6	6	0	5	4	0	0	2
4	4	0	0	1	2	2	0	1	1	0	0	0
6	6	0	0	1	8	8	0	6	5	0	0	2
75.0	75.0	0	0	12.5	100	100	0	75.0	62.5	0	0	25.0
100	100	0	0	16.7				100	83.3	0	0	33.3
2	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
2	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	2	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0
100	25.0	50.0	25.0	75.0	100	100	0	0	0	0	0	0
100	25.0	50.0	25.0	75.0				0	0	0	0	0
2	0	2	0	1	9	9	0	8	3	1	2	6
4	2	0	2	4	1	1	0	1	0	0	1	1
6	2	2	2	5	10	10	0	9	3	1	3	7
100	33.3	33.3	33.3	83.3	100	100	0	90.0	30.0	10.0	30.0	70.0
100	33.3	33.3	33.3	83.3				100	33.3	11.1	33.3	77.7
3	3	0	0	3								
0	0	0	0	0								
3	3	0	0	3								
100	100	0	0	100								
100	100	0	0	100								
0	0	0	0	0								
4	1	1	2	4								
4	1	1	2	4								
100	25.0	25.0	50.0	100								
100	25.0	25.0	50.0	100								

※ 葉の状態は緑色で葉量の多いもの(◎)と少ないもの(○)に分けた。無反応とは発根もカルス形成もみられないものである。カルスがさし穂基部を覆うものを基部カルスとし覆う面積割合により $\frac{1}{3}$ ($0 \sim \frac{1}{3}$), $\frac{2}{3}$ ($\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3}$), $\frac{3}{3}$ ($\frac{2}{3} \sim 1$)の3段階に分けた。基部以外にカルスがみられるものは側カルスの項に入れた。同一個体に基部、側カルスを形成するものがあるためカルス形成本数の合計は両者の合計ではない。

死していくものがみられたが、これらの枯死現象はいずれの試験区においても植栽後1年間に多く観察された。

スギ人工林内(P-4)、開放地(P-5)では上記3試験区に比べ生存率の低下はさらに著しく1年目の秋には30~40%、2年目には10%以下と極めて低い生存率になった。P-5では1年目の盛夏より枯死現象がはっきり現われ、2年目もはやい時期に枯死個体が確定した。P-4の秋の生存率はP-5とあまり変わらないが枯死現象の現われる時期に遅れが認められた。夏期におけるP-5の葉の黄褐色化とP-4の下枝葉から全体に広がる葉の白色化、脱色化に始まる枯死現象は対照的であり、冬期においては直接雪圧を多く受けるP-5開放地、融雪の遅れと上層を形成するスギの大きな落葉落枝が被さるP-4スギ人工林内ともに雪による損傷は著しい。

このように苗の観察結果によれば、相対照度の高いあるいは直射光の入る林分では、じかざし苗の枯死現象は葉の黄色化にはじまり、その現われる時期も相対照度が高い林分ほどはやく現われるのに対し、特に夏期の相対照度が低く一様な林分では、枯死は葉の白色、脱色化にはじま

表4 枯死苗の発根

試 験 区	葉 の 状 態	1980年11月13日								1981		
		掘 取 本 数	発 根 本 数	無 反 応 本 数	カルス形成本数					掘 取 本 数	発 根 本 数	無 反 応 本 数
					合 計	基部カルス			側 カ ル ス			
						1 3	2 3	3 3				
P-1	△ (本)	3	0	1	2	2	0	0	0	1	0	1
	▲ (本)	9	0	6	3	3	0	0	0	5	0	1
	× (本)	8	0	6	2	2	0	0	0	26	2	5
	合計(本)	20	0	13	7	7	0	0	0	32	2	7
	比率(%)	100	0	65.0	35.0	35.0	0	0	0	100	6.3	21.9
	カルス比(%)				100	100	0	0	0			
P-2	△	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
	▲	12	0	4	8	7	1	0	4	9	0	3
	×	10	0	9	1	0	1	0	0	22	0	10
	合計	22	0	13	9	7	2	0	4	33	0	13
	比率	100	0	59.1	40.9	31.8	9.1	0	18.2	100	0	39.4
	カルス比				100	77.7	22.2	0	44.4			
P-3	△	2	1	0	2	0	2	0	1	1	0	0
	▲	16	0	1	15	7	5	3	3	3	0	1
	×	9	0	3	6	5	1	0	1	33	1	2
	合計	27	1	4	23	12	8	3	5	37	1	3
	比率	100	3.7	14.8	85.2	44.4	29.6	11.1	18.5	100	2.7	8.1
	カルス比				100	52.3	34.8	13.0	21.7			
P-4	△	2	0	1	1	1	0	0	1	2	0	2
	▲	14	1	2	10	10	0	0	1	2	0	1
	×	29	1	16	9	5	2	1	2	29	0	20
	合計	45	2	19	20	16	2	1	4	33	0	23
	比率	100	4.4	42.2	44.4	35.6	4.4	2.2	8.8	100	0	69.7
	カルス比				100	80.0	10.0	5.0	20.0			
P-5	△	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	1
	▲	7	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
	×	43	0	36	3	2	0	0	1	31	0	20
	合計	51	0	44	3	2	0	0	1	33	0	21
	比率	100	0	86.3	5.9	3.9	0	0	2.0	100	0	63.6
	カルス比				100	66.6	0	0	33.3			

り、現われる時期は遅れる。またじかざしにとって不適当な光環境と思われるスギ人工林内や開放地では枯死は植栽年に多くみられるが、相対照度が比較的低いスギ・落葉広葉樹林内および落葉広葉樹林内での枯死現象は植栽後2年間徐々に現われ、3年目にも枯死個体がみられる。このように樹下じかざしでは生存個体が明らかになるのに2年から3年の歳月を必要とする。

掘り取った生存、枯死苗の発根、カルス形成状態をそれぞれ表3、表4に示し、これら掘り取り調査結果と前述の苗の観察結果の生存率から算出したじかざし苗の発根、カルス形成状態の経年変化を図5に示した。

生存苗の発根率はすべての試験区で3年間の調査期間中に増加する傾向がみられる。この増加

カルス形成状況

年 11 月 10 日					1982年10月26日							
カルス形成本数					掘 取 本 数	発 根 本 数	無 反 応 本 数	カルス形成本数				
合 計	基部カルス			側 カ ル ス				合 計	基部カルス			側 カ ル ス
	1/3	2/3	3/3						1/3	2/3	3/3	
0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
4	2	2	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
19	9	5	3	5	7	0	3	7	2	2	0	3
23	11	7	3	6	9	0	4	8	3	2	0	3
71.9	34.4	70.6	9.4	18.8	100	0	44.4	88.9	33.3	22.2	0	33.3
100	47.8	30.4	13.0	26.1				100	37.5	25.0	0	37.5
2	0	1	1	1	2	0	0	2	1	0	1	0
6	4	1	0	3	1	0	0	1	0	1	0	1
12	6	3	3	0	11	0	0	11	7	2	2	6
20	10	5	4	4	14	0	0	14	8	3	3	7
60.6	30.3	15.2	12.1	12.1	100	0	0	100	57.1	21.4	21.4	50.0
100	50.0	25.0	20.0	20.0				100	57.1	21.4	21.4	50.0
1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
30	12	12	6	11	2	1	0	2	1	0	1	2
33	14	12	7	13	2	1	0	2	1	0	1	2
89.2	37.8	32.4	18.9	35.1	100	50.0	0	100	50.0	0	50.0	100
100	42.4	36.4	21.2	39.4				100	50.0	0	50.0	100
0	0	0	0	0								
1	1	0	0	0								
9	8	0	0	3								
10	9	0	0	3								
30.3	27.3	0	0	9.1								
100	90.0	0	0	30.0								
1	0	1	0	0								
0	0	0	0	0								
11	8	2	0	3								
12	8	3	0	3								
36.4	24.2	9.1	0	9.1								
100	37.5	0	37.5									

※ 枯死苗の葉の状態は葉の色に黄，白化現象がかなりみられるもの(△)，褐色化の著しいもの(▲)，すべて褐色のもの(×)の3段階に分けた。

は地上部で葉が緑色を保ち生存していると判断される多くのものが、発根しないままさし付け後しばらくの間“みかけの生存”を続けていたにすぎず、時の経過とともに枯死へ移行したため、各掘り取り時の生存苗の発根率が高まったものである。枯死苗の発根は比較的夏期の相対照度の低い P-1, P-3, P-4 でわずかにみられる。これらは発根後の光，水分環境とさし穂の内的なバランスの相異あるいは雪，落葉落枝などによる物理的，外的作用などによって枯死したものと思われるが，本数はすべての発根苗の約10%におよび，発根後枯死していくものも多い(表3，表4)。各区の全本数に対する3年間の発根率は P-1, P-3 で20%，P-2 で10%，P-4, P-5 で5%前後と大きな変動はみられない。いくらか発根率の上昇が認められたのは P-4 で年間を通じ相

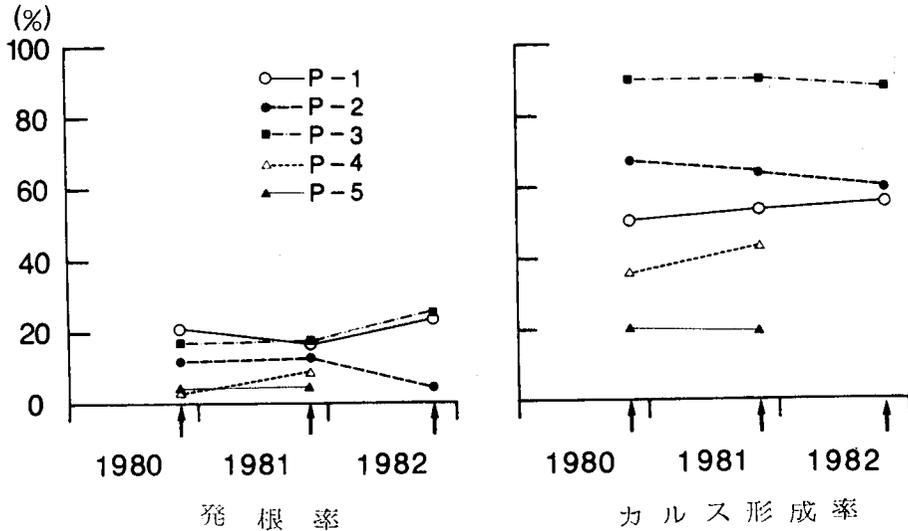


図5 発根率およびカルス形成率の経時変化

対照度が低く、多湿なスギ人工林内を除けば発根は1年目に決定され、2年目以降新たに発根するものはほとんどないといえる(図5)。

カルス形成率は生存苗の方が枯死苗より高く、形成率の高い試験区ほどカルスがさし穂基部を覆う面積は大きく、基部以外にできる割合も高いようである(表3、表4)。各区の全本数に対するカルス形成率の経時変化は発根と同様にカルスも1年目にほとんど形成され、2年目以降の増加傾向はP-4でいくらかみられただけである(図5)。カルス形成率はP-3 90%、P-2 60~70%、P-1 50~55%、P-4 35~45%、P-5 20%と発根率の高い試験区ほど形成率は高く、相対照度の特に低いスギ人工林内や、開放地で低い形成率となっている。しかし掘り取られた57個体の発根苗のうち12個体についてはカルス形成はみられず、戸田が指摘しているようにカルス形成と発根とは直接は結びつかないようである。

5 ま と め

スギのさし木あるいはじかざしに関する研究は今までも母樹の選択、さし穂の大きさと形状、前処理、植栽地の環境、さし付け方法、さし付け時期、その後の手入れ方法などに関して数多く報告されてきた。¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾しかし基本的には材料となるスギさし穂固有の発根とその後の生育に関する遺伝的性質を熟知し有効に利用する必要があり、個々の品種の性質と適応範囲から手法は極めてローカルなものにならざるを得ない。芦生演習林内には伏条によって容易に更新し、さし木の発根性に比較的優れた天然生アシウスギを有し、今までもさし木、じかざしに関する様々な研究が行なわれてきた。^{5)6)13~21)}その中で特に天然生伏条稚樹や、大径木(老齢木)の不定芽から採穂したものは発根性に優れ、大径木の側枝は発根性が劣るという結果が報告されている。本研究は林道の開設などで林冠が疎開され、近年比較的成長が盛んとなった採穂しやすい中径の天然生アシウスギを母樹としたじかざし試験であるが、上記の報告と比較すると生存率は極めて低い結果となった。¹⁵⁾母樹のもつ発根能力とさし付け時の諸作業も重要な要因であるが、発根に直接影響する植栽年の低温多雨の異常気象、⁵⁾⁶⁾¹¹⁾¹²⁾標高の高い多雪地で行なわれたこと、植栽地の林内環境など考慮しなければならぬ点が多い。

母樹についてはさし穂の発根性から伏条稚樹あるいは大径木の不定芽からの採穂は極めて有効と考えられるが、伏条生稚樹は比較的標高の高い尾根筋部に多く、林内での分布に偏りがみられ、それ自体その林分の後継稚樹として天然更新上有用であり、大径木の不定芽については、その着生位置が高いため採穂に危険な作業を伴ない量的に確保するのは難しい。じかざしは本来作業の省力化と経費の節約を重要な要素とする更新法であるため、事業的に行なうためにはさし穂の発根性と材料の供給を十分に検討しておかなければならない。すなわち発根性に優れた母樹を容易に確保できる場合は利用し、できなければさし穂の本数をふやすことによって生存本数を補う必要がある。

じかざしの適地について¹¹⁾四手井は、日陰を与えるものの存在することと土壤の水分状態が適当であることを指摘している。本研究では相対照度が年間を通じて5~10%にピークのあるスギ・落葉広葉樹林内、あるいは開葉期の相対照度が5%以下となるが落葉期には40~50%となる落葉広葉樹林内で最もよい生存率を示した。しかし上木のない開放地や閉鎖したスギ人工林内あるいは相対照度が10~20%にピークがあり、かつ林冠の破れの大きいスギ・落葉広葉樹林内などでは生存率は著しく低く、これらの林内環境がじかざしに適当とはいえないようである。発根性の高い母樹を用いればじかざし可能な環境はさらに相対照度の高い林分に広がるであろうが、じかざしの1年目は発根に要し生長はあまり期待できないと考えれば、下層植生との競争を弱める意味からもこの程度の光環境でまず発根を確保することが確実な方法と思われる。水分条件は光環境とかなり関わりがあるものと思われるが、相対照度が極めて低く傾斜のない多湿のスギ人工林内では生存率は低く発根に時間がかかり、また地表を草・木本類に覆われるが比較的乾燥する開放地でも生存率が低かった。林内におけるじかざしに適地と思われる林分でも苗の蒸散を考慮し乾燥ぎみの所では密に、湿った所では疎にさし付けることや下層植生の除去など、地表処理の程度を変えるなど林床の水分条件を調整する配慮も必要であろう。冬期においては、急傾斜地試験区ではさし穂が雪に押し流され折れる雪害、またスギの多い林分では大きな枝葉の落下と積雪の複合作用による雪折れがみられた。本演習林内についてみればじかざしは雪の少ない標高の低い所で行なわれることが望ましいが、このような物理的損傷を少なくするためには比較的傾斜が緩くスギの混交割合の低い落葉広葉樹林内がより適しているものと考えられる。

さし付け時期については、多雪で、融雪期から乾燥期への移行がはやい裏日本特有の気象条件から梅雨期の初めに行なうのが安全と考えられ本試験を行なったが、植栽地の気象、その年の気象条件、さし付け方法とともに検討すべき事項である。また当演は多雪地であるため、秋ざしは¹³⁾春ざしに比べ生存率が低い結果が報告されている。

本試験結果では相対照度が年間を通じて極めて低いスギ人工林内試験区を除いて発根は1年目に決定され、2年目以降新たに発根するものはほとんどみられなかった。しかし相対照度が高く乾燥した開放地では枯死現象ははやく現われるが、相対照度が低い樹下じかざし地では生存状態を判断するのに2年から3年を要するため、3年目に生存状況を確認した後、その後の手入れ方法について検討する必要がある。

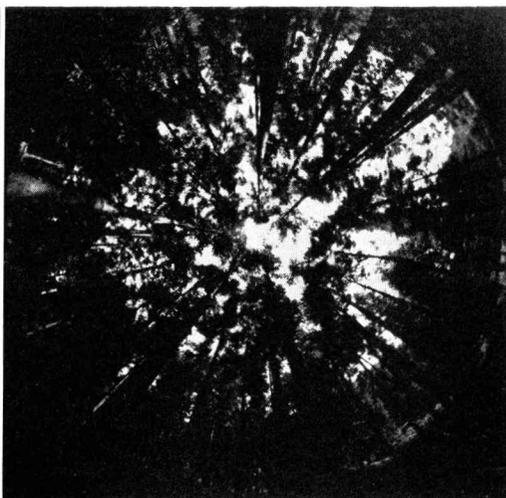
引用文献

- 1) 「天然林の生態」研究グループ：京都大学芦生演習林における天然生林の植生について 京大演報 **43** 33~52 1972
- 2) 柴田信男：杉天然下種試験（第2報）稚樹存在地点の環境因子に就て 日林誌 **16**(5) 380~400 1934

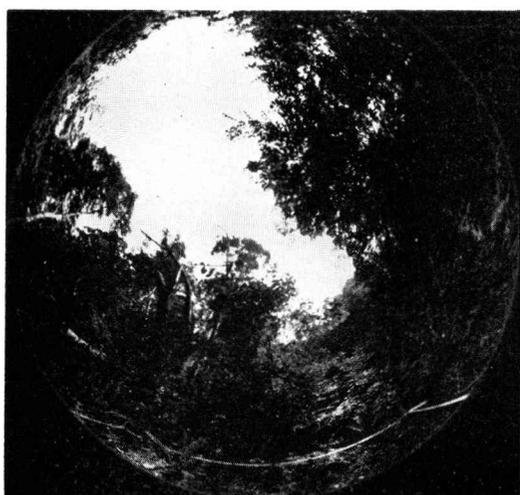
- 3) 四手井綱英・中江篤記・堤 利夫・小池祐策：京都大学 芦生演習林におけるスギ伏条性稚樹について 第1報 天然生スギ林の成立経過について 京大演報 27 20~31 1958
- 4) 荻野和彦・小見山章・大住克博・堤 利夫：芦生演習林の伏条性スギ稚樹の生長過程 京大演報 51 71~83 1979
- 5) 四手井綱英・小笠原健二・中江篤記：山地直さしに関する研究：日林誌 40(5) 224~227 1958
- 6) 鬼石長作・柴田正善・内村悦三：スギ山地直挿し試験（第1報）日林関支講 10 17~19 1960
- 7) 京都大学農学部附属演習林：演習林気象報告 9 27~39 1981
- 8) 京都大学農学部附属演習林：演習林気象報告 5 25~44 1962
- 9) 玉井重信・四手井綱英：林内照度（I）京大演報 43 53~62 1972
- 10) 戸田良吉：サンキ苗のしたてかた これからの林業経営 中村賢太郎編 朝倉書店 68~78 1954
- 11) 四手井綱英：スギ山地直挿に関する一、二の覚書 林曹会報 319 21~26 1943
- 12) 本城尚正・岡田泰久：樹下さし木による非皆伐更新について(1) スギさし木における環境のちがいと活着の関係 京府大演報 23 43~61 1979
- 13) 中江篤記・鬼石長作・鈴鹿徳次郎：スギ挿木に関する研究（第1報）天然生伏条稚樹よりとったさし穂の発根性について 日林関支講 5 40~41 1955
- 14) 齊藤達夫：スギさし木の発根とそれに含まれる生長素の推移(1) 日林関支講 5 60~62 1955
- 15) 中江篤記・鬼石長作：スギ精英樹増殖に関する研究（第1報）老令木さし木のホルモン処理及び尿素葉面散布の効果について 日林関支講 6 73~75 1956
- 16) 中江篤記・鬼石長作：伏条性スギのさし木に関する研究（伏条稚樹からとったさし穂の各種処理によるさし木成績について）日林関支講 7 3 1957
- 17) 鬼石長作・石原寛一：スギ精英樹増殖に関する研究（第2報）（未発根さし穂を用いたさし木再試験）日林関支講 10 19~20 1960
- 18) 内村悦三・鬼石長作・柴田正善：スギ精英樹増殖に関する研究（第3報）採穂樹の台切りと1年目の採穂可能量について 日林関支講 11 7 1961
- 19) 佐々木功・内村悦三・鬼石長作：スギの選抜育種に関する研究（第1報）芦生演習林におけるスギ優良木とその次代幼樹（さし木）についての2、3の考察 京大演報 33 293~313 1961
- 20) 吉村健次郎・佐々木功・柴田正善：スギの精英樹増殖に関する研究（第4報）採穂樹の台切りと採穂可能量について 日林関支講 12 33 1962
- 21) 渡辺政俊・齊藤達夫・佐野宗一：スギさし木の発根におよぼす日長、ホルモン処理効果とクローン間の差異(1) 19 147~148 1968



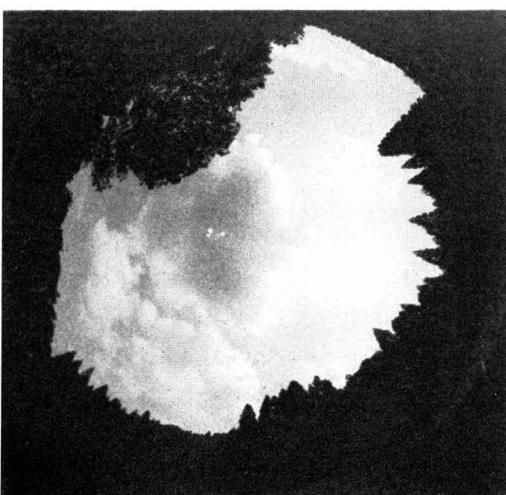
P-1



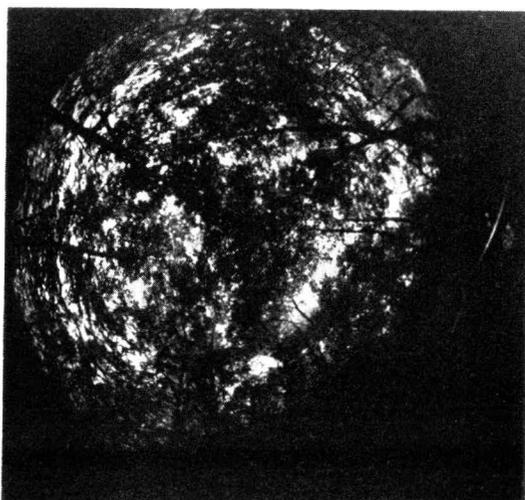
P-4



P-2



P-5 (open)



P-3

写真1 試験区の全天空写真(1980年6月撮影)