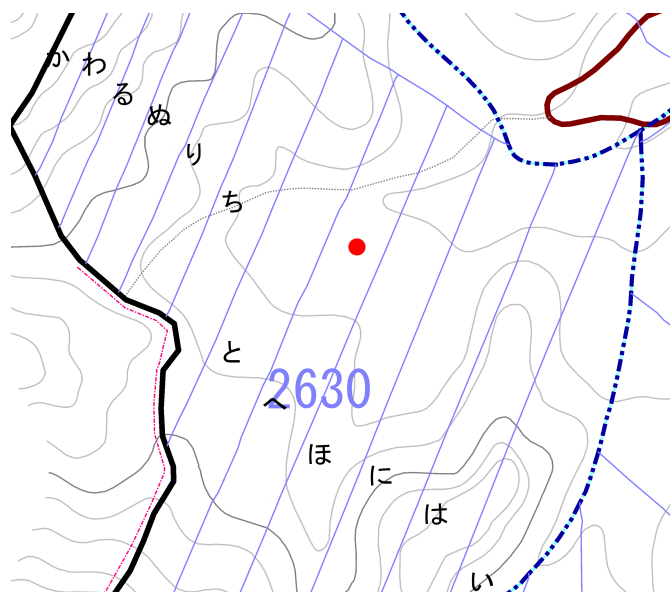


(2) ヒメスゲ抑制試験地

2630 林班で実施している 30m、50m 幅交互帯状皆伐更新試験において、先述したように、ササのみならずヒメスゲの繁茂がヒノキ稚樹の発生と生存を阻害している可能性が考えられた。このことを受け、除草剤によるヒメスゲの抑制技術についての試験を、同試験地の帯状番号 5 におけるヒメスゲ繁茂地において実施することとなった。試験地の位置は図Ⅲ-5-5 に、設定当時（2009 年）の状況を写真Ⅲ-5-11 に示した（設置概要は p. 56 参照）。



図Ⅲ-5-5 2630 林班帯状皆伐更新試験地・帯状番号 5（伐採帯）に設置されたヒメスゲ抑制試験地の位置



写真Ⅲ-5-11 2630 林班ヒメスゲ抑制試験地設定時におけるヒメスゲの繁茂の状態（2010 年 10 月）

①ヒメスゲ群落化の経緯

三浦実験林では、近年、ヒノキ更新のための塩素酸塩剤等の薬剤散布によりササが枯死した後、ササに代わって別の植物が斜面を一面に高密度で覆う現象が認められるようになった（写真Ⅲ-5-11）。当初、現場では、新奇な帰化植物の侵入ではと疑われ、2006年6月、現地で採集された標本が信州大学農学部を持ち込まれた。その結果、本邦在来の野生植物であり、カヤツリグサ科スゲ属ヒメスゲ（*Carex oxyandra*）と同定された（写真Ⅲ-5-12）。



写真Ⅲ-5-12 ヒメスゲの標本（信州大学農学部・野生資源植物学研究室所蔵）

A：普通サイズの個体，伊那市小黒日向（信州大学 AFC 西駒演習林内）。

B1：三浦実験林 2630 林班（尾根筋）， B2：同 2630 林班（斜面中～下部）。

縦の黒いスケール=16 cm

カヤツリグサ科スゲ属は、イネ科・ユリ科・ラン科などの単子葉植物のグループに含まれる。ユリ科やラン科とは異なり、花は小さく緑色で目立たず、小さな花の集まり（小穂）を形成する。よく似たイネ科との違いは、イネ科ではほとんどが両性花（1つの花に雄しべと雌しべがある＝花・穂の形はどれも同じ）であるのに対し、スゲ属ではすべて単性花である（1つの花茎で雄小穂と雌小穂が別々につく）ことである（写真Ⅲ-5-13）。また、葉のつき方が異なり、イネ科では2列互生（180°ずつ互い違いに出葉）、スゲ属では1/3らせん互生（葉を60°ずつずれながら3方向に出葉）である。スゲ属植物は海岸の砂浜、水湿地、森林林床、草原、高山の岩場まで、非常に幅広い環境に様々な種が分布しており、日本ではじつに252種のスゲ属植物が自生している（勝山 2005）。

ヒメスゲはシバに似た草姿の小型の陸生スゲ類であり、多年草で、三浦実験林内でも尾根筋の登山道沿いなどに小群落が散在している。おそらく散在していたヒメスゲが、ササの被圧が消失したことで分布を広げたと推測されるが（図Ⅲ-5-6）、ササ枯死後に群落化したヒメスゲは、一見して別種に間違えるほど大株化して地面に隙間なく密生している状態にある。ササの群落内では稈と稈の隙間にヒノキ実生が点在しているのに対し、より一層、ヒメスゲ群落で

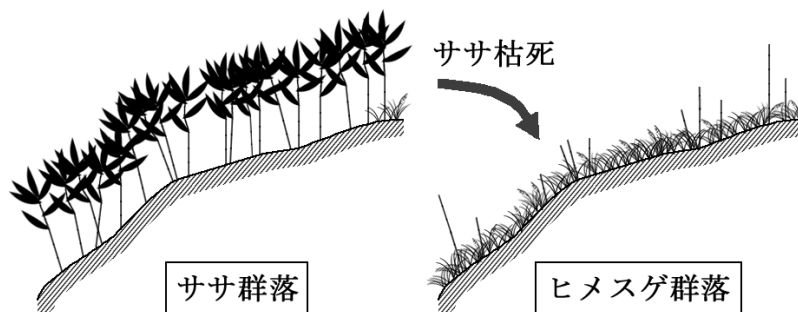


写真Ⅲ-5-13 三浦実験林で採集されたヒメスゲ（実態顕微鏡写真）

はヒノキをはじめとする木本類の更新が困難になると懸念される。

生態学・植生学的には、ヒメスゲは鉱山跡地の裸地における先駆植物として群生することが知られている（大黒ら 1990, Tsujimura 1987, 湯浅ら 1995）。しかし、すでに植生の発達している天然林や植林地、草原などで群生する事例はほとんど知られておらず、ササ防除後に優占種となる事例の報告は見受けられない。

そこで、三浦実験林におけるヒメスゲ繁茂対策のための知見を得ることを目的として、群落化したヒメスゲの形態的特徴の調査と、除草剤による抑草試験と効果のモニタリングを行うこととした。



図Ⅲ-5-6 ヒメスゲ群落化の模式図

②群落化したヒメスゲの形態的特徴

a 調査方法

三浦実験林において群落化したヒメスゲをサンプリングし、場所によって地上部にどのような形態的变化が見られるのかを調査した。

調査地は、三浦実験林（2626、2627 および 2630 林班）とし、現地調査と採集を平成 21 年（2009 年）10 月 14 日に行った。現地でヒメスゲ群落を確認後、斜面上部と斜面中部の 2 群落からヒメスゲをサンプリングし、密封できる袋に保存した。その後、室内に持ち帰って外部形態の計測を行った。計測項目は、葉身長、稈基部長（地際の赤紫色の部分）、分けつ（イネ科・カヤツリグサ科などの分枝）当りの葉数とし、1 サンプルあたり 5 個体のデータを計測した。

b 結果と考察

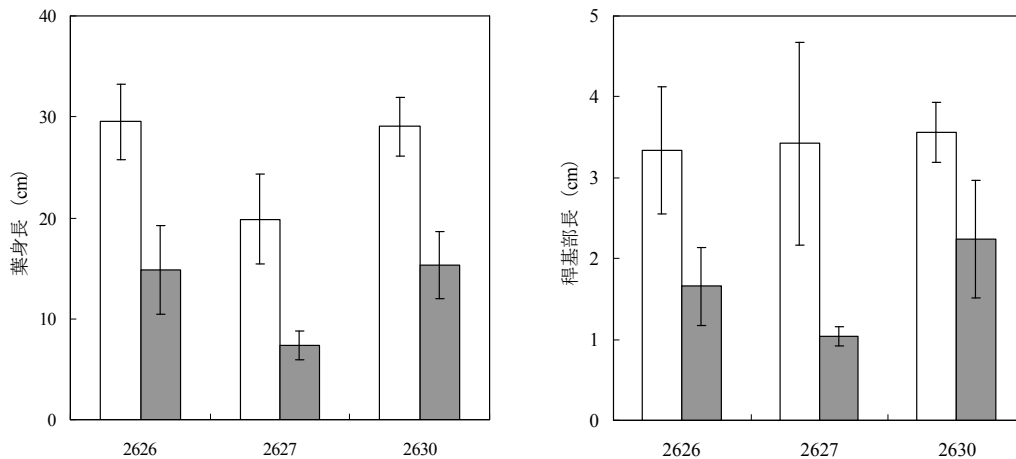
三浦実験林では、尾根筋から斜面下部まで広くヒメスゲが分布していることが確認された。特に、斜面の中下部にはササ防除後の裸地に群生する代替種としてヒメスゲの群落が見られた。概況は以下のとおりである。

- ・ 2626 林班：斜面方位 0° （北向き）、勾配 $25\sim 30^{\circ}$ で、ヒノキ、ヤマウルシ、アカミノイヌツゲなどの木本類が点在。草本層では、ササは枯死し（枯れた稈は残存）、裸地化した空間にヒメスゲが優占。他にミヤマシケシダ等のシダ植物、ホソバミズゴケ等のコケ植物が点在していた。
- ・ 2627 林班：斜面方位 260° 、勾配 30° で、ナナカマド、ヒノキ、アカミノイヌツゲなどの木本類が点在。草本層では、ササが残存している場所と、ヒメスゲが優占している場所が混在。他にミヤマシケシダ、ノギランなどが点在していた。
- ・ 2630 林班：斜面方位 220° 、勾配 20° で、ノリウツギ、ダケカンバ、コシアブラ、ヒノキなどの木本類が点在。草本層にササはわずかで、ヒメスゲが大面積に優占。湿生植物のアブラガヤが混生していた。

いずれの調査地でも、斜面上部（尾根筋の登山道や、巻道などの沿線）では通常サイズ個体の小群落、斜面中部（斜面上部の群落から 5~10 m の距離）では葉身の長大になった大株の大群落であった。

図Ⅲ-5-7 に葉身長と稈基部長についての測定結果を示した。葉身長は、斜面上部では平均 7~15 cm であったのに対し、斜面中部では平均 20~30 cm（最大 36.0 cm：2626 林班）であり、斜面位置による差が有意（F 検定、 $p<0.01$ ）であった。調査地間の差異も有意で（F 検定、 $p<0.05$ ）、2627 林班のヒメスゲは他の 2 調査地に比べて短小であった。また、稈基部長は、斜面上部では平均 1.0~2.2 cm であったのに対し、斜面中部では平均 3.3~3.6 cm（最大 5.2 cm：2627 林班）であり、斜面位置による差が有意（F 検定、 $p<0.01$ ）で、調査地間の差は認められなかった。なお、分けつ当り葉数は、斜面上部では平均 8.2~9.0、斜面中部では平均 8.8~9.4 とほぼ一定しており、斜面位置および調査地による差は認められなかった。

なお、助六実験林においてもヒメスゲ群落の探索を行ったが、いずれの林班でもヒメスゲは確認されなかった。ヒメスゲが自生していない理由は、もともと地域全体にヒメスゲが分布していないためササ防除後に種子や地下茎が侵入できないのか、それとも土壌・温度・光・積雪などの条件がヒメスゲの発芽や生育に不適であるのか、本調査からは不明である。なお、助六実験林で見られたスゲ類は、主にミヤマカンスゲ（ヒメスゲよりも葉幅が広い）であった。ミヤマカンスゲ（*Carex dolichostachya* ssp. *multifolia*）は針広混交林の林床などに群生する常緑のスゲ類である。助六実験林において、少なくとも今回の踏査範囲においてミヤマカンスゲは散在している程度で、群落化を確認できなかった。



図III-5-7 斜面位置によるヒメスゲの地上部形態の差異
白棒は斜面上部，灰色棒は斜面下部であり、バーは±標準偏差の幅を示す。

以上のように、三浦実験林ではいずれの調査地でも、わずか5~10 m離れた群落間で、ヒメスゲの地上部の形態が劇的に変わることが判明した。斜面中部では、葉身と地際の稈基部が2倍程度に伸長する一方で葉数はあまり変化していないので、通常サイズの個体に比べ、密で分厚いマット状態の群落を形成していることが伺える。ヒメスゲは種子だけでなく地下茎による栄養成長を行うので、普通サイズ株と大株の違いが、遺伝的に異なるクローンであることに由来している可能性はある。しかし、各調査地での2つのサンプリング地点はごく近い距離であり遺伝的に隔絶しているとは考えにくいので、環境に対する反応として形態が変化したという解釈のほうが妥当であろう。水ストレスや高温が、植物の葉の形態に影響を与えることは報告されている(佐々木 1992、吉川・王 1991)。いずれの調査地でも上層の植生にはとくに差異はなく光条件はほとんど変わらないので、環境要因として土壤水分や温度が影響していると推察される。

湿潤条件でヒメスゲが大株化、過密化するとすれば、土中だけでなく地上部も過湿な条件となるので、ヒノキの実生にとっては厳しい生育環境である。したがって、ヒメスゲの優占化を抑制する対策も考える必要がある。薬剤の効果を検証することはもちろんであるが、土壤水分に対する生長反応を踏まえることも、ササ防除後にヒメスゲが群落する立地の予測に役立つと考えられる。

なお、スゲ類には、何ら管理を行なわなくても優占群落化ののち群落内が空洞化したり、急に衰退したりするというように、永続性の乏しい種が報告されているので(荒瀬・内田 2009)、今後のヒメスゲ群落の消長をモニタリングしていくことも大切である。

③除草剤によるヒメスゲ抑草効果の検証とヒノキ稚樹の発生および生育に及ぼす影響についての実証試験

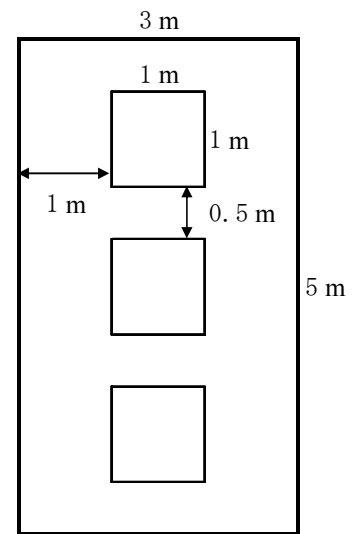
a ヒメスゲ抑草試験 (2010年設置)

1) 試験区設定

本試験地は三浦実験林 2630 林班へ小班(带状皆伐更新試験地、带状番号5)のヒメスゲ優占群落に設置されており、2010年5月に、除草剤としてグリホサートカリウム塩液剤(日本化学

工業（株）、商品名：ラウンドアップ・マックスロード）を供試した。

希釈濃度は、通常の濃度として4水準（無施用：対象区、100倍区、50倍区、および25倍区）を設定し、繰り返し数は2とした。試験区は1区3m×5mとし、その中に、0.5mの間隔をおいて1m×1mの植生調査プロットを3区（3反復）設けた（図Ⅲ-5-8）。なお、現地状況から、すべての試験区を一箇所まとめて設置することができなかつたため、2つのブロック（第1および第2ブロック）に分け、各ブロック内に4つの水準を割り付けることとした（一元配置の乱塊法、4水準×2ブロック＝全8区）。



除草剤散布後、群落上から、ヒノキ種子（現地母樹由来、2009年産）を手で播種した。播種量は、1区あたり6,000粒（㎡あたり換算で400粒）とした。

2) 調査項目と方法

ヒメスゲについては、1m×1mの植生調査プロットにおける被度（%）を、各年の秋季（10月中旬～11月上旬）に測定した。同時に、草高やヒメスゲ群落のマット厚の計測も行なった。

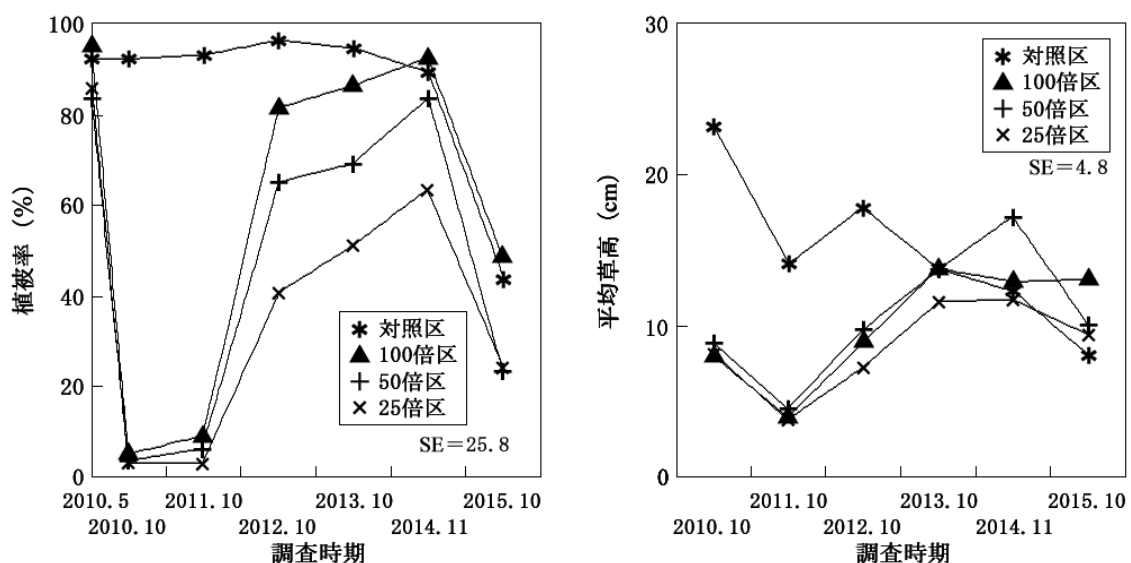
図Ⅲ-5-8 2010年設置のヒメスゲ抑草試験区の設定

ヒノキ実生については、ヒメスゲ調査と同日に個体数とすべての実生の苗高を計測した。併せて、試験区内の既存のヒノキと広葉樹類について、樹種、個体数、樹高などを調査した。

3) 結果と考察

ヒメスゲの生育

ヒメスゲの被度および平均草高の変化は、図Ⅲ-5-9のとおりである。写真Ⅲ-5-14にみられるように、2010年秋季（除草剤散布の約5ヶ月後）には、希釈濃度にかかわらず、除草剤を散布した区のヒメスゲの被度は3～5%へと激減し、平均草高も8cmあまりと矮小化し、対照区との差は2011年秋季まで有意であった（Dunnettの多重比較検定、 $p < 0.05$ ）。しかし、2012年以降には、被度、草高とも対照区との有意差は認められなくなった。2014年



図Ⅲ-5-9 2010年度ヒメスゲ抑草試験区におけるヒメスゲの生育

(抑草処理後 5 年目) にはヒメスゲ被度は 60~90% となり、100 倍区と 50 倍区は対照区とほぼ同じ水準まで回復した。平均草高は、年変動があるものの、2014 年には 11~17cm 程度に回復し、処理区と対照区との違いはほとんど認められなくなった。よって、抑草処理の 3 年目以降、ヒメスゲは確実に再生して群落化して元の状態へとほぼ回復してきたといえる。

しかし、2015 年 (抑草処理後 6 年目) には、いずれの調査区においてもヒメスゲの大規模な枯死が見られ、ヒメスゲ被度は 20~50% に激減した。普通サイズの残存個体も散在したため、平均草高は顕著な減少を示さず 8~13 cm 程度であった。ヒメスゲ枯死の原因は本調査からは不明であるが、ヒメスゲは地上部が枯死せず越冬するので、2014 年度冬季の積雪の深さや残雪期間が影響した可能性が考えられる。



写真Ⅲ-5-14 2630 林班ヒメスゲ抑草試験区・25 倍区における
除草剤散布後約 5 ヶ月後の状態 (2010 年 10 月)

ヒノキ実生の生育と残存

ヒノキ実生の生育状況は、表Ⅲ-5-6 のとおりである。対照区では、調査区の設置以降、2014 年秋季においても、実生の出現が全く見られなかった。除草剤を散布した区では、2010 年秋季において低希釈濃度の区ほどヒノキ実生数が多い傾向にあった (m^2 あたり 7.4~22.2 個体)。2011 年秋季には、いずれの区においても成立していた実生の大多数が消失し、 m^2 あたり 1.5~3.2 個体へと激減した。2012 年秋季には、実生数はやや減少したものの (m^2 あたり 1.0~1.9 個体)、苗高は全体として 2 cm 程度増加していることが読み取れた。2013 年秋季には実生数は更に減少し (m^2 あたり 0.2~0.5 個体)、実生の定着・成長が順調でないことが確認された。2014 年秋季には、25 倍区でヒノキ実生が消失し、50 倍区、100 倍区では底打ち状態となることが読み取れた (それぞれ m^2 あたり 0.2 個体、0.7 個体)。2015 年秋季には、ヒノキ実生は 25 倍区に次いで 50 倍区でも消失し、100 倍区において m^2 あたり 0.4 個体が生残しているのみであった。

表Ⅲ-5-6 2010年度ヒメスゲ抑草試験区におけるヒノキ実生の生育状況
(㎡あたり個体数)

希釈倍率	調査年	苗高(cm)						実生数計
		0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~	
対照区	2010							0.0
	2011							0.0
	2012							0.0
	2013							0.0
	2014							0.0
	2015							0.0
100倍区	2010	8.0	13.8	0.3				22.2
	2011		2.0	0.8	0.3			3.2
	2012	2.0	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	1.4
	2013		0.2					0.2
	2014			0.2	0.2	0.3		0.7
	2015			0.2			0.2	0.4
50倍区	2010	5.3	7.8					13.2
	2011		1.2	0.7	0.2	0.2		2.2
	2012		0.7	0.2	0.8	0.2		1.9
	2013			0.3			0.2	0.5
	2014				0.2			0.2
	2015							0.0
25倍区	2010	2.0	5.2	0.2				7.4
	2011	0.5	0.8	0.2				1.5
	2012		0.3	0.5	0.2			1.0
	2013			0.2				2.0
	2014							0.0
	2015							0.0

その他の樹種の状況

その他の樹木について、2010年秋季に各処理区で㎡あたり個体数は5.8~10.8個体であったのに対し、2011年秋季に8.0~22.0個体と増加する傾向が見られたが、2012年秋季に9.5~12.8個体、2013年秋季に10.8~12.7個体、2014年秋季に7.3~11.3個体、2015年秋季に8.8~16.5個体となった。すなわち、2011年をピークに個体数が増加した後、2012年~2014年には㎡あたり10個体程度に減少・収束したものの、2015年には再び増加傾向に転じるという傾向が認められた。この増加の時期は、調査区内のヒメスゲ被度の衰退の時期と一致しており、その他の樹木の個体数（とくに新規の実生）にもヒメスゲ群落が何らかの影響をもつことが示唆された。

樹木の種数は、2010年秋季には6種であったが、2011年~2015年秋季には9種まで増加した。樹種ごとの本数内訳においてノリウツギが大半を占めていることには変わりはなく、それ以外の樹種は、ヒノキ（既存の若齢木）を除くと、主に灌木類や広葉樹の実生（キイチゴ類、コシアブラ、タラノキ、カマツカなど）で、いずれも散在している程度である。ノリウツギの各処理区における㎡あたり個体数は、2010年秋季に4.3~10.7個体、2011年秋季に6.0~21.8個体、2012年秋季に6.3~11.8個体、2013年秋季に6.2~11.0個体、2014年秋季に5.7~10.8個体、2015年秋季に5.8~14.3個体となり、樹高が2.5mに達した個体もあった。

b 低希釈濃度試験（2011年設置）

1) 試験区設定

試験区は、三浦実験林2630林班へ小班（帯状皆伐更新試験地、帯状番号5）のヒメスゲ優占

群落に設置した。2010年度ヒメスゲ抑草試験地とは約100 m離れた位置にあり、標高や地形はほぼ同じである。

除草剤は、2010年度ヒメスゲ抑草試験地と同じとし、6水準の希釈濃度（100倍区、200倍区、400倍区、800倍区、1600倍区、3200倍区）を設定した。試験区は1区2 m×2 m、1反復とした。除草剤の調整および散布は2011年6月4日に行なった。

2) 調査項目と方法

ヒメスゲの被度（%）と草高（cm）を各年の秋季（10月中旬～11月上旬）に測定した。同時に、枯草マットの状態などの観察も行なった。

3) 結果と考察

低希釈濃度の除草剤によるヒメスゲ抑草効果を図Ⅲ-5-10に示した。まず、ヒメスゲ被度について、除草剤を散布しない場合（ヒメスゲがほぼ被度100%で優占）に比べると、2011年秋季には3200倍のような薄い希釈濃度でも効果が認められた（写真Ⅲ-5-15）。しかし、ヒメスゲ被度は2012年秋季には各区とも増加傾向を示し、2013年秋季には25～90%まで著しく回復し、2014年にはさらに50～90%まで回復した。しかし、原因は不明ながら、ヒメスゲ



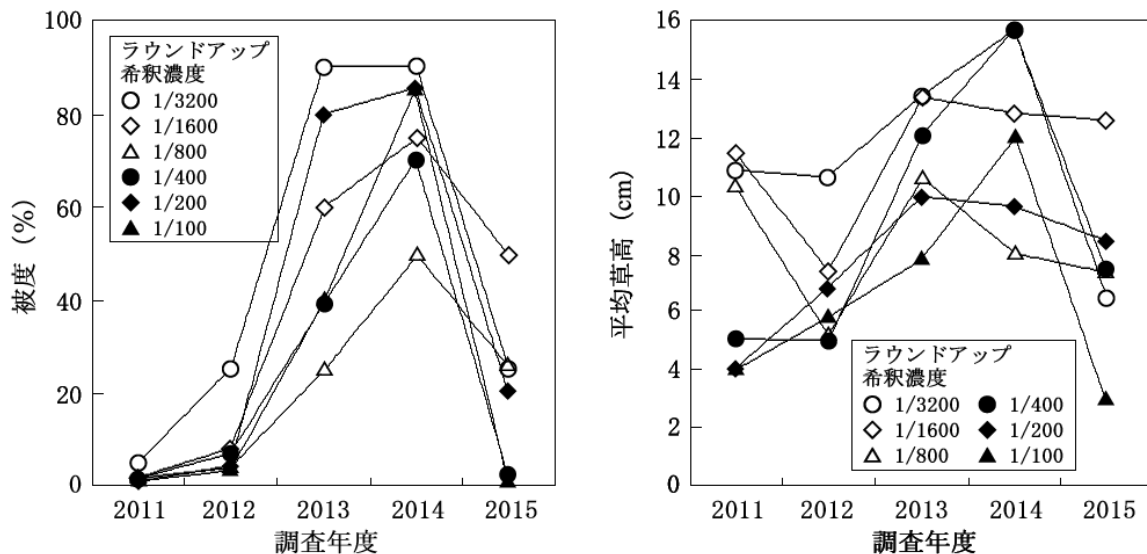
写真Ⅲ-5-15 2630林班ヒメスゲ抑草試験区・3200倍区における除草剤散布後約5ヶ月後の状態（2011年10月）

抑草試験区と同様に2015年秋季にはヒメスゲは大きく衰退し、被度は1～50%へと減少した。2012年にはヒメスゲ被度と除草剤希釈濃度との相関関係は有意であったものの（順位相関係数 $r_s = -0.83$, $p < 0.05$ ）、2013年以降は両者の相関は認められなくなった。すなわち、ヒメスゲ被度については、すでに除草剤の影響が消失したと推測された。

一方、ヒメスゲの平均草高について、2011～2012年の間に100～400倍区では横ばいまたは微増、800～3200倍区では横ばいまたは減少の傾向を示し（サイズの小さい実生や萌芽の増加により平均値が低下したものと推測される）、2012～2013年の間はすべての区で増加して7.8

～13.4 cm となり、2012～2013 年の間には増減の傾向が不規則ながら 8.0～15.8 cm となった。2014～2015 年の間には平均草高は減少に転じ、3.0～12.6 cm となった。2013 年秋季のヒメスゲ被度と希釈濃度との相関係数は有意であったものの（順位相関係数 $r_s = -0.93$ 、 $p < 0.05$ ）、2014 年、2015 年とも両者の相関は認められなくなった。よって、平均草高についても、年次変動が大きいものの、すでに除草剤の影響は消失したと推測された。

また、本試験区では、2012 年 5 月に各処理区の半分の枯草マットを剥がし、ヒノキ種子の播種（ m^2 あたり 400 粒）を試験的に行ったものの、2012～2015 年秋季でいずれも実生は全く確認されなかった。原因は本調査からは不明であるが、試験区が沢に近く、作業道に面していることと関連している可能性も考えられる。



図Ⅲ-5-10 2011 年度低希釈濃度試験区におけるヒメスゲの生育

④結 論

1) 群落化したヒメスゲの形態的特徴

三浦実験林では、わずか 5～10 m 離れた群落間で、ヒメスゲの地上部の形態が劇的に変わることが判明した。斜面上部に比べて斜面中部では、葉身と地際の稈基部が 2 倍程度に伸長し、地際に密で分厚いマット状態の群落を形成していた。

2) 通常の希釈濃度でのヒメスゲ抑草効果 (2010 年設置試験区)

供試したグリホサートカリウム塩液剤（ラウンドアップ・マックスロード）のヒメスゲ抑草効果は、抑草処理後 6 年目までを概観すると、いずれの希釈濃度（25 倍、50 倍、100 倍）でも、処理後 2 年目までは確実であることが確かめられた。当初、ヒノキ種子の発芽と実生の定着を阻害するのではと思われた枯草マットはやがて分解・消失したものの、ヒメスゲが再生して再び群落化し、対照的に、ヒノキ実生数は減少して低密度の底打ち状態に達したようであり、実生の定着にヒメスゲの消長が影響を及ぼしていることがうかがえる。

3) 低希釈濃度でのヒメスゲ抑草効果 (2011 年設置試験区)

低希釈濃度の場合には、抑草処理後 5 年目までを概観すると、3200 倍でもヒメスゲに対する抑草効果が認められ、とくに 100～400 倍であれば 2 年目まで効果を期待できることが読み取れた。しかし、散布後 3 年目にはヒメスゲの回復が顕著になり再群落化していくことが確認された。

4) ヒノキの発芽・定着の向上のための方策

通常の希釈濃度、低希釈濃度とも、ヒメスゲ群落が衰退している処理後 2 年目までの間に、枯草マットの除去ないし穴・筋つけなどを行ってヒノキの発芽・定着を促進することが望ましい。さらに、ヒメスゲの再群落化を避けるため再び抑草処理を行う、といった策を講じることが有効ではと考えられる。

なお、本試験では水で希釈する液剤タイプの除草剤を用いたが、三浦実験林は人里離れた奥山で平坦地ではなく、希釈するための水の確保と運搬は容易ではない。よって、作業効率を考えると、希釈の不要な粒剤タイプの薬剤のほうが望ましい。散布後の分解や土壌残留性といった安全性も含めて、粒剤タイプの薬剤でヒメスゲを抑草することができるかを今後検討する価値がある。

5) その他

ヒメスゲ抑草の実証実験を行った試験地では、ヒメスゲの生育を一旦ほぼ抑制したものの、その後、ヒノキの更新が順調に進まない状況にある。しかし、もともとヒメスゲ群落で無立木地であった場所に、ノリウツギをはじめとする広葉樹類が着実に侵入・定着してきていることは、植生遷移や森林植生の発達という視点からみると望ましい現象であろう。

⑤今後のヒメスゲ抑草試験

上記結論の 4) で述べたように、大量の水を現地にて必要とする液剤ではなく、希釈の不要な粒剤タイプの薬剤を用いることが好ましい。これまでササの抑制に使用してきたテトラピオン粒剤はササの他、ススキ、チガヤに有効であることが示されているが、予備試験としてヒメスゲ繁茂地にテトラピオン粒剤を散布 (50kg/ha) したところ抑草効果が認められた。したがって、今後は、各更新試験地でササの抑制を目的として行われるテトラピオン粒剤の散布に合わせ、ササとともにヒメスゲについても調査を行うことが望ましい。



写真Ⅲ-5-16 2630 林班ヒメスゲ抑草試験地で予備試験として実施したテトラピオン粒剤の散布結果 (2011 年 10 月)

6 2631 林班

(1) 人工播種更新試験地 (ろ-1、ろ、ろ-3 小班)

本試験地は、天然更新試験地の設置概況 (p. 46、53、54～55) で述べたように、当初、1970～1971年に魚骨状伐採更新試験地が設定されたが、予期したとおりには更新が進まなかったため、1997年、10%保残群状母樹法更新試験地に変更された。しかしながら、翌年に襲来した台風7号により母樹の多くが風倒被害を受け、母樹からの種子散布による更新が林縁に接する場所以外、つまりほとんどの場所で期待できなくなったため、2001年に人工播種更新試験地に再変更された。ここでは、現在も継続されている人工播種更新試験の結果を示すものであるが、設置概況において述べたように、本来、人工播種は人工更新作業の一つとして扱われるものであるが、これまでの経緯を鑑み、本試験地については天然更新試験に含め、天然更新試験地から人工播種更新試験地に至る経緯を簡単にまとめ、その上でこれまでの調査結果を記述することとした。なお、2631林班ろ-1 (6.37ha)、ろ (4.24ha)、ろ-3 (2.34ha) 小班 (合計 12.95ha) における作業および調査の経過を表Ⅲ-6-1に示した。

表Ⅲ-6-1 2631 林班・人工播種更新試験地の作業および調査の経過

年 度	作 業		年度報告書 掲載ページ
(ろ-1小班)			
1968	S.43	薬剤散布	塩素酸塩剤, 1,355kg (227kg/ha)
1970-71	S.45-46	伐採	
1997	H.9	伐採	10%群状母樹法への変更
		薬剤散布	塩素酸塩剤, 1,420kg (223kg/ha)
1998	H.10	風害	台風7号
2001	H.13	薬剤散布	塩素酸塩剤, 1,270kg (199kg/ha)
2002	H.14	人工播種	10×10m, 4区に播種
2003	H.15	調査	稚樹の成立状態 (1×2m, 4プロット)
2004	H.16	調査	稚樹の成立状態 (1×2m, 4プロット)
2005	H.17	調査	稚樹の成立状態 (1×2m, 4プロット)
		人工播種	球果播種プロット(2×2m, 2プロット)設置
2006	H.18	調査	稚樹の成立状態 (1×2m, 4プロット, 2×2m, 2プロット)
2007	H.19	調査	稚樹の成立状態 (1×2m, 4プロット, 2×2m, 2プロット)
2008	H.20	調査	稚樹の成立状態 (1×2m, 4プロット, 2×2m, 2プロット)
2009	H.21	調査	稚樹の成立状態 (1×2m, 4プロット, 2×2m, 2プロット)
2010	H.22	調査	稚樹の成立状態 (1×2m, 4プロット, 2×2m, 2プロット)
		薬剤散布	塩素酸塩剤, 1,590kg (250kg/ha)
2011	H.23	調査	稚樹の成立状態 (1×2m, 4プロット, 2×2m, 2プロット)
2012	H.24	調査	稚樹の成立状態 (1×2m, 4プロット, 2×2m, 2プロット)
2013	H.25	調査	稚樹の成立状態 (1×2m, 4プロット, 2×2m, 2プロット)
2014	H.26	調査	稚樹の成立状態 (1×2m, 4プロット, 2×2m, 2プロット)
2015	H.27	調査	稚樹の成立状態 (1×2m, 4プロット, 2×2m, 2プロット)

表Ⅲ-6-1 (つづき)

年 度		作 業		年度報告書 掲載ページ
(ろ小班)				
1968	S.43	薬剤散布	塩素酸塩剤, 1,197kg (227kg/ha)	
1970-71	S.45-46	伐採		
1983	S.58	薬剤散布	テトラピオン粒剤, 105kg (50kg/ha)	
1988	S.63	薬剤散布	テトラピオン粒剤, 114kg (36kg/ha)	
1989	S.64	薬剤散布	テトラピオン粒剤, 95kg (45kg/ha)	
2011	H.23	薬剤散布	塩素酸塩剤, 1,060kg (250kg/ha)	
2014	H.26	薬剤散布	テトラピオン粒剤, 220kg (52kg/ha)	
(ろ-3小班)				
1968	S.43	薬剤散布	塩素酸塩剤, 222kg (227kg/ha)	
1970-71	S.45-46	伐採		
1979	S.54	薬剤散布	テトラピオン粒剤, 20kg (40kg/ha)	
1981	S.56	薬剤散布	テトラピオン粒剤, 20kg (40kg/ha)	
1987	S.62	薬剤散布	薬剤, -kg (-)	

①魚骨状伐採更新試験から人工播種更新試験への経緯

魚骨状伐採更新試験地は、2631 林班全域を土壌型に対応して適切な更新方法を採用する目的で行ったものである。更新方法は Pw(i) I、II 型の上部尾根筋は漸伐法による天然更新を、B_D、B_E 型の中腹から下部は皆伐人工造林（沢沿いの一部に母樹法更新地を設定）を適用することとして施業地の区分けを行い、1970 年から実行された。なお、上部の天然更新地については、当初、漸伐と名付けられていたが、伐採の形状から魚骨状伐採と呼ばれるようになった。なお、本試験地の設計と調査は長野営林局が担当し、調査結果については「三浦実験林中間報告（1986）」において簡単にまとめられており、その要点は以下のとおりであった。

2×2m 枠の方形プロット（6 箇所）での 1977 年時における 21cm 以上のヒノキ稚樹は、全方形プロット平均で 0.02 本/m²、ha あたり 200 本であった。他は当年生 3.7 本/m²、当年生を除く 10cm 以下 3.6 本/m²と当年生を含む 10cm 以下が圧倒的に多く、ヒノキ稚樹合計では 7.3 本/m²となっていた。稚樹の生育している方形プロットは、ササがないか疎で、この中でも上木の根際、伐根周辺に多かった。稚樹の消長をササのない一部のプロットでみると、1971 年サワラ 2 本、翌年消滅、1973 年ヒノキ 1 本、翌年消滅、1975 年ヒノキ 25 本、翌年ヒノキ 86 本、1977 年ヒノキ 206 本と 1975 年から急増したが、これら稚樹の多くは当年生を含む 10cm 以下であった。これに対しササの密なプロットでは 1971 年ヒノキ 3 本、1976 年ヒノキ 1 本、その翌年消滅した。

その後 2641 林班に至る林道の延長と、塩素酸塩剤の散布が再開された 1994 年、第 2 次天然更新試験の一環として、本試験地の再検討を行うこととなった。

1995 年現在、魚骨状伐採更新試験地における残存木は、かなり疎林状態になっており、塩素酸塩剤の散布後 27 年を経過しているにもかかわらず、ヒノキの更新樹はほとんど成立していなかった。これはササの繁茂により、ヒノキ更新にとって十分な光条件が得られなかったためと考えられた。このような現状から、新たな更新試験として、群状母樹法更新試験地に設計変更することとなった。群状母樹を採用する最大の理由は、本林分ではすでに母樹となる残存木が少なく疎林状態のところが多かったため、漸伐法では集材効率が悪いことと判断されたことによる。

本試験地における群状母樹法更新試験の設計基準は以下の通りであった。

- (ア) 母樹保残率：立木材積率で約 10%
- (イ) 母樹群の本数：1 群あたり 2～6 本
- (ウ) 母樹群の間隔：林縁付近は 30～40m、内部は 50m 前後
- (エ) 施業対象林分の限界：平均樹高 15m 以下の斜面上部の林分は保護林として保残
- (オ) 塩素酸塩剤の散布：散布量 250～300kg/ha、伐採前全面散布が望ましく 2 回散布も可



写真Ⅲ-6-1 2631 林班の魚骨状伐採更新試験地を群状母樹法更新試験に変更した試験地中央付近における設定当初の状態（1997年9月）



写真Ⅲ-6-2 1998年9月の台風7号により、新たに設定した群状母樹法の残存母樹が大きな被害を受けた試験地中央部の状態。塩素酸塩剤の散布によりササはよく抑制している（1998年11月）

以上の基準にしたがい 10%保残群状母樹法のモデル区を設定し、1997 年度から伐採が行われた。写真Ⅲ-6-1 は伐出の終わった当年の状態である。

しかし、1998 年 9 月、台風 7 号により残存母樹のほとんどは風倒被害を受けた（写真Ⅲ-6-2）。2628 林班の下部に設定した 50%・60%漸伐更新地の風倒被害地と同様、たまたま強風の通り道であったとはいえ、群状であっても母樹法には常にこのような危険をとまなうことを教えた。

1997 年度の塩素酸塩剤の散布により、ササは写真Ⅲ-6-2 のようによく抑制されていたが、残存母樹があまりにも少なく、斜面上方の林縁木や残存母樹から数 10m の範囲なら天然更新が期待できるとしても、それ以外の箇所への更新は困難であると考えられた。風倒地の大部分は Pw(i) I 型の土壌であることから、人工造林ではなく、ヒノキ種子の人工播種（直播き）によって森林を再生させる方法が最も適切であると判断され、人工播種更新試験地に再設定することとなった。なお、ヒノキ種子の人工播種について平成 6 年度報告書（1994）において、以下のようにならされている。

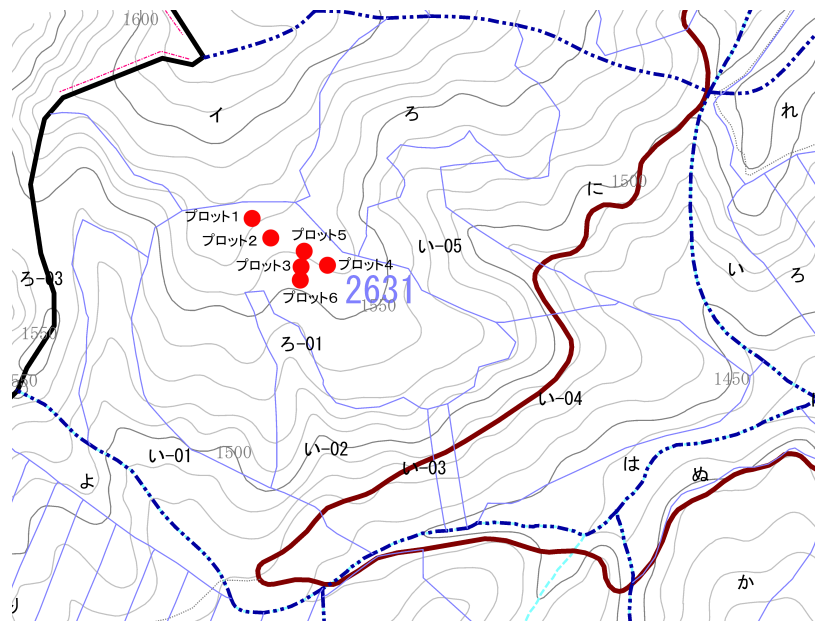
- (ア) 塩素酸塩剤を春散布し、枯死したササが倒伏している未立木地については、未精選種子（精選したものでもよい）を、秋、とりまきする。塩素酸塩剤は夏から秋にかけて散布した未立木地については、翌春播種する。
- (イ) 一般の林地での発芽率は 2～3%程度であり、発芽後、安全な大きさ（20～30cm）に成長するまでにほぼ半減するので、㎡あたり 200～300 粒を標準にばらまきする。その場合均一に播種する必要はなく、伐根や倒木のあるところとか、更新条件の良さそうなところに集中散布する。
- (ウ) 種子の準備が少なければ、1～2m おきに足で粗腐植を軽く取り除き（深く掘ると水がたまり種が腐る）坪播きする。この場合の発芽率は少なくとも 10～20%になるので、20～30 粒播種し、踏みつけておく。
- (エ) 発芽後特別の保育は必要ないが、ササの回復が早く、繁茂して稚樹の成長を阻害するようになれば、テトラピオン粒剤によってササを制御する。

②人工播種更新試験におけるヒノキ稚樹の更新状態

本試験地においてヒノキ種子の人工播種（直播き）によって更新を図ることになり、2001 年に木曾森林管理署王滝事務所によって人工播種が試みられた。しかし 2002 年 10 月の調査時点での更新稚樹の発生状況は極めて不十分であった。このため当該試験地内に 10×10m の方形区を 4 箇所設定し、この方形区内には確実に人工播種を実行することとし、人工播種を 2002 年に実行した。2003 年の現地調査時に、この 10×10m 方形区内に、他の更新試験地と同様に 1m×2m の方形プロットを各 1 箇所設定し（プロット 1～4）、更新状況の調査を開始した。なお、1997 年、2001 年に塩素酸塩剤 250kg/ha の散布が行われている。王滝事務所の作業仕様書によれば、「播種箇所は ha 当たり 1,000 箇所、1 箇所当たりの播種量は 0.6g、播種箇所は根株の周囲、倒木枝状のある箇所、平坦地等表土の流失の恐れがないところで、特に根株、倒木の周囲は集中播種する。播種方法は枯れたササの茎等を取り除いて表土を出し、その上から播種を行い、再びササの茎等で表土を覆い、軽く踏みつけておく」という、先述した平成 6 年度報告書に示された方法に準じて播種が行われた。

2005 年 10 月の調査時において、大量に結実していたヒノキ風倒木から球果を採取し、プロ

ット3の上下に2×2mの方形プロットを1箇所ずつ設定し、その枠内に440粒の球果をランダムにばらまくという方法で、新たな人工播種更新試験のための試験地（プロット5、6）が設定された。なお、方形プロットは縦横を4区分（1区分50cm）の格子（グリッド）16個に区分し、ヒノキ実生数、およびヒノキ実生の発生、成長に影響すると考えられたヒメスゲ、シダ類の被度をグリッド単位で計測することとした。プロットの位置を図Ⅲ-6-1に、2006年時における本試験地の景観を写真Ⅲ-6-3に示した。なおその後、試験地内ではササの再生が進行し密に繁茂している個所が増加したため、2010年にろ-1小班に塩素酸塩剤の再散布が250kg/haで実施された。また、ろ小班に2011年に塩素酸塩剤（250kg/ha）が、2014年にテトラピオン粒剤（52kg/ha）が散布された。



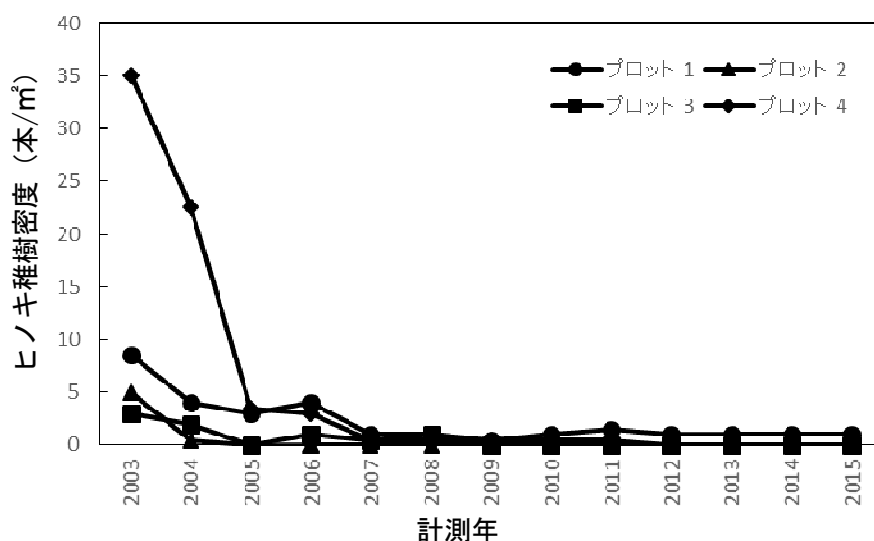
図Ⅲ-6-1 2631林班人工播種更新試験地における1×2m枠方形プロット（プロット1～4）および2×2m枠方形プロット（プロット5、6）の位置



写真Ⅲ-6-3 2631林班人工播種更新試験地の景観。母樹はまばらで、立ち枯れした個体も散在する（2005年10月）

図Ⅲ-6-2は、プロット1~4 (1×2m 枠) におけるヒノキ稚樹密度の経時変化を示したものである。調査を開始した2003年時、プロット4においてヒノキ稚樹密度が最も高く35.0本/m²、次いでプロット1が8.5本/m²、プロット2が5.0本/m²、プロット3が3.0本/m²の順であった。全てのプロットにおいてその後ヒノキ稚樹密度は減少し、2005年において0.0~3.5本/m²にまで減少し、翌2006年においてプロット1、3でヒノキ稚樹の増加がみられた。これは2004年がヒノキ種子の豊作年であり、これによる影響、あるいは2005年の人工播種によるものであると思われる。しかしながらその増加は僅かであり、2007年時において0.0~1.0本/m²にまで減少した。なおプロット2においては2005年以降、プロット3においては2009年以降、プロット4においては2012年以降、全くヒノキ稚樹の生育、発生は認められていない。2015年現在において、ヒノキ更新樹はプロット1の2個体のみであり、これらの苗長はそれぞれ90cm、230cmと大型で、特に後者は人工播種が実施される以前から生育していた個体と考えられる。いずれにしても、人工播種され、発芽したヒノキ稚樹のほとんどは消失したことになる。

2002年に実施された人工播種は、前年に行われた播種による成果が芳しくなかったため、播種方法を改良した方法によった。その結果、少なくともプロット4では比較的多くのヒノキ稚樹が発生したといえよう。したがって、人工播種はヒノキ更新を進める上で、効果的であると考えられる。しかしながら、図Ⅲ-6-2において明らかなように、本試験地ではその後のヒノキ稚樹の減少が著しく、2~4年ほどでほとんどが消失した。このような急激な減少の原因として、ササやヒメスゲによる被圧、あるいはPw(i) I型の土壌特性等が考えられる。

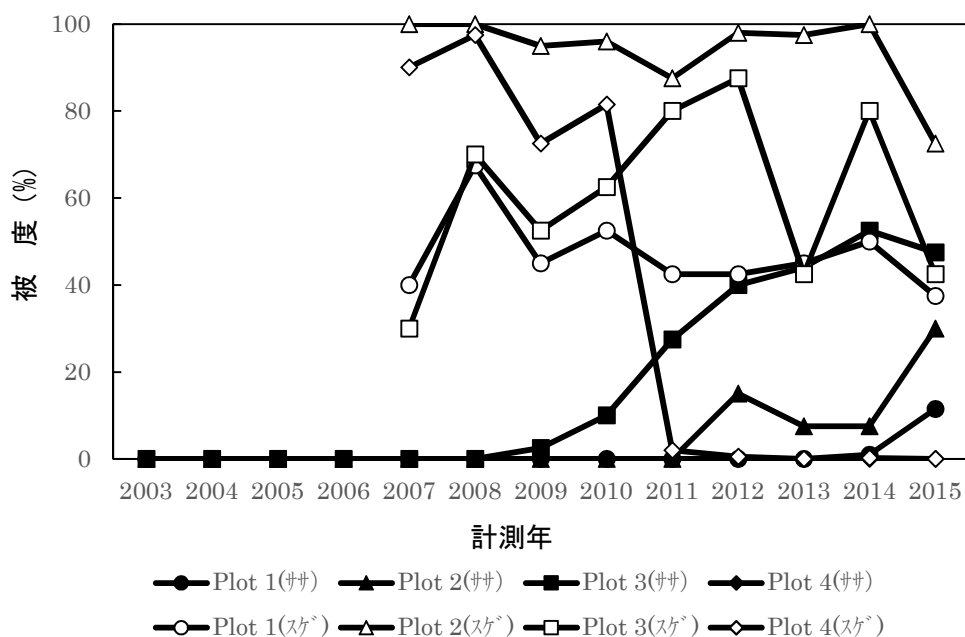


図Ⅲ-6-2 2631 林班人工播種更新試験地の1×2m 枠プロット1~4におけるヒノキ稚樹密度の経時変化

そこでプロット内でのササおよびヒメスゲの生育状態について見てみると、図Ⅲ-6-3に示したように、ササは2003年から2008年にかけて、いずれのプロット内にも生育は認められておらず、プロット3において2009年から、プロット2が2012年から、プロット1が2014年からササの再生が始まったが、2015年に至っても被度40%以下であった。一方、ヒメスゲは2007年以降の計測に限るが、2007年においてプロット2および4で被度90%以上とほぼ全面

が覆われている状態にあり、プロット 1 および 3 においては 1/3 以上が覆われていた。以降、プロット 1~3 において増減はあるものの、概ね 40%以上の被度を維持していた。ただし、プロット 4 においては、2011 年に急減し、現在においても僅かに生育するのみである。問題は人工播種が行われた 2002 年および 2005 年におけるヒメスゲの状態であるが、2007 年の状態から類推すると、ササの抑制にともない、被度を増加させていた可能性は十分に考えられる。

そこでそれぞれの年度の報告書に掲載されている調査地の写真を参照すると、プロット 1、2、4 ではヒメスゲの生育が確認され、高い被度で地表面を覆っていたことがわかる（写真Ⅲ-6-4）。したがって、人工播種を実施した時点、少なくとも播種後数年内において、すでにヒメスゲは 2007 年時と同程度の被度にまで拡大、繁茂していたものと考えられる。このことから、図Ⅲ-6-2 における 2003 年から 2005 年にかけてのヒノキ稚樹の減少は、ササではなく、ヒメスゲによる影響ではないかと推察される。2630 林班におけるヒメスゲ抑制試験地において、



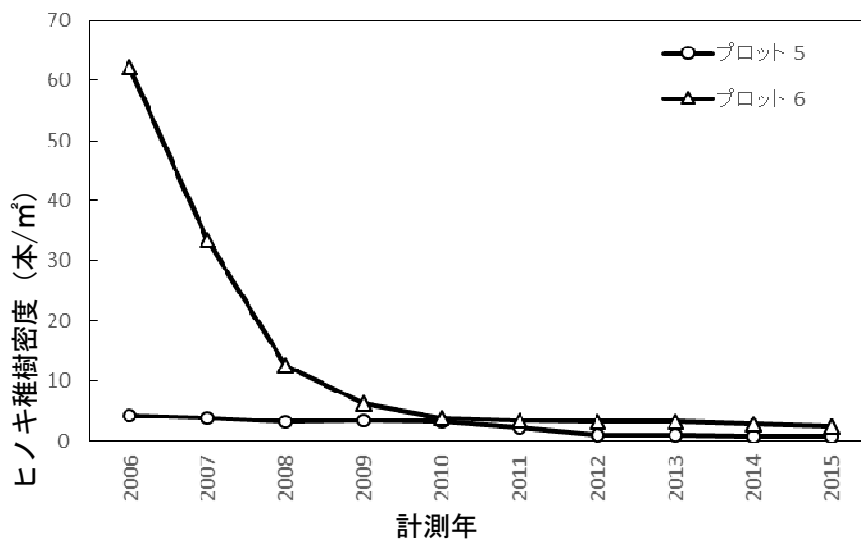
図Ⅲ-6-3 2631 林班人工播種更新試験地の 1×2m 枠プロット 1~4 におけるササ、ヒメスゲの被度の経時変化

ヒメスゲ群落内に成立した稚樹の多くが、湿害により枯死したものであることが観察された。本試験地では透水性が極めて低い Pw(i) I 型が広く分布し、これをヒメスゲが被覆することと、上木がほとんど存在しないため、夏季におけるヒメスゲ群落内は高温・多湿の状態になると想像され、その結果、ヒノキ稚樹に湿害が発生し、多くが枯死に至ったものと考えられた。今後、このプロセスを詳細に調査・解明していくことと、本試験地においてはヒメスゲを抑制し、人工播種を行うことによる継続的な調査が重要である。

図Ⅲ-6-4 は、豊作年の 2005 年に試験地内のヒノキ母樹からヒノキ球果を播種することで設定した、2×2m 枠の方形プロット（プロット 5、6）におけるヒノキ稚樹の密度変化を示したものである。これらプロットは、それぞれ同量（440 粒）の球果を播種したものであるが、播種翌年の 2006 年調査時において、発生した当年生ヒノキ実生の密度は大きく異なり、プロッ



写真Ⅲ-6-4 2631 林班人工播種更新試験地・プロット1におけるヒメスゲの繁茂の状態 (2005年10月)



図Ⅲ-6-4 2631 林班人工播種更新試験地の2×2m 枠プロット5・6におけるヒノキ稚樹密度の経時変化

ト5で5本/m²、プロット6で60本/m²で、約12倍もの開きがあった。その後、プロット5は横ばいで推移し、2011年から2012年にかけて減少し、現在においては0.75本/m²を維持している。一方、プロット6は2008年にかけて急減し、2010年においてプロット5と同程度の密度にまで下がった。しかしその後は横ばいで推移し、現在においては2.5本/m²となっている。

写真Ⅲ-6-5は、プロット設置時の様子で、ササはよく抑制されている状態であり、ヒノキ実生の消長に影響する要因として、ヒメスゲとシダ類が考えられたため、ヒノキ稚樹の生育を調査するとともに、これら草本類の被度も合わせてモニタリングすることとなった。なお、このモニタリングにおいては、2×2mを0.5m 枠の16グリッドに分割して実施した。

図Ⅲ-6-5は、プロット5および6における2006年から2015年までの10年間で、ヒ



写真Ⅲ-6-5 2631 林班人工播種更新試験地における球果播種プロットの
設定 (2005年10月)

ノキ実生の生育数とヒメスゲ、シダ類の被度分布の変化を、グリッド単位で表したものである。

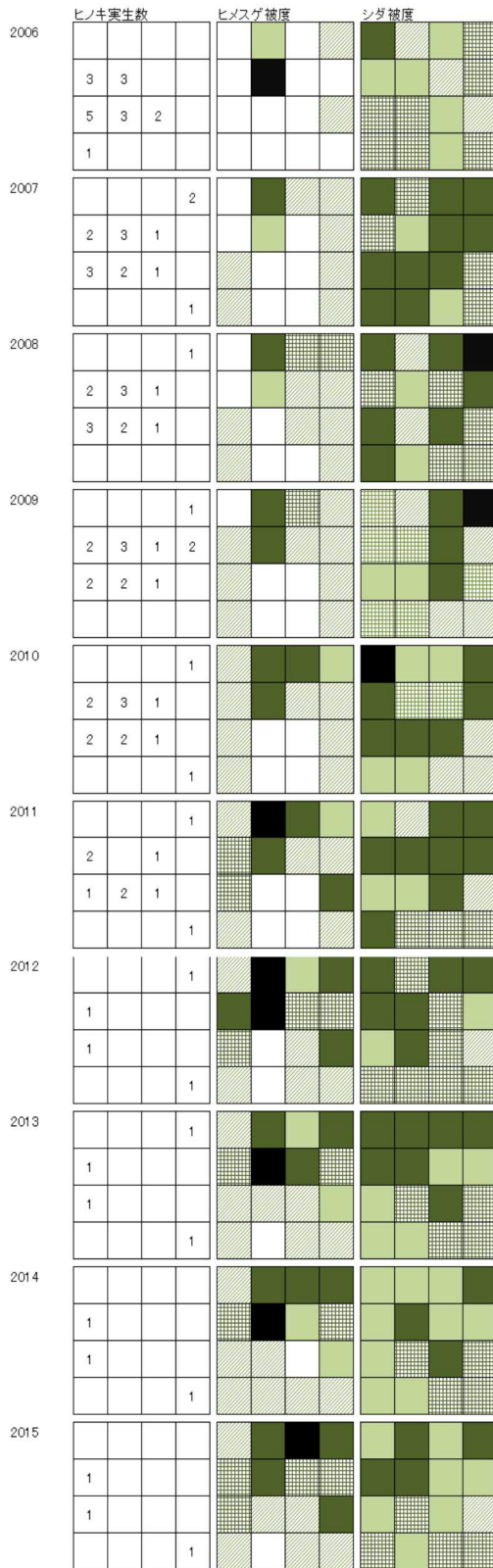
プロット5：2006年においては、ヒノキ実生は17個体で、6グリッドで出現しており（出現頻度37.5%）、密度は1~5本/0.25㎡であった。

ヒメスゲが分布するグリッドは4グリッド（出現頻度25.0%）と少なく、一部が高被度で覆われている集中分布型であった。しかし、その後2010年にかけて分布範囲が拡大し、12グリッド（出現頻度75.0%）にまで増加した。以降、2012年に14グリッド（出現頻度87.5%）、2013年に15グリッド（出現頻度93.8%）にまで拡大し、プロットのほぼ全面がヒメスゲで覆われる状態となった。被度については、後述のプロット6と異なり、81%以上の高被度のグリッドは0~2グリッドと少なく、多くは40%以下であった。一方、シダ類は2006年時においてすでに全グリッドに分布しており、この状態は10年間に変化はなく、また、被度についても増減が見られるものの、ヒメスゲのような明らかな変化傾向は認められなかった。

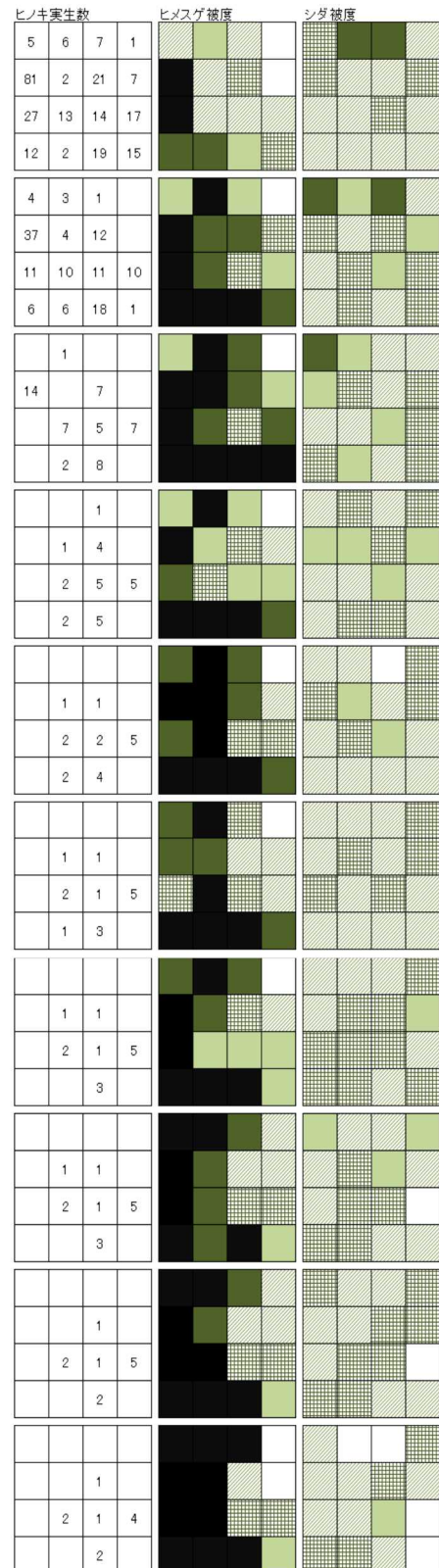
この間、ヒノキ実生は先述したように、2011年から2012年にかけて枯死・消失する個体が目立った他、概ね横ばいで推移し、2011年まで出現グリッド数は6~8で推移し、2012年に4グリッドに、2014年に3グリッドにまで減少した。ヒメスゲの被度分布と見比べると、2011年まではヒノキ稚樹が減少したグリッドは、比較的、ヒメスゲの被度が高い傾向にあった。以降については明瞭な関係は認められないが、これはヒメスゲの影響を受け難いまでにヒノキ稚樹が成長したことによると考えられた。なお、2015年現在において生育するヒノキ稚樹のサイズは、苗長16~18cmのものが2個体、100~110cmのものが1個体であった。

プロット6：本プロットを設定した2005年において、先のプロット5に比べヒメスゲの出現頻度（87.5%）、被度ともに高く、ヒノキ稚樹の成立には厳しい環境にあるものと考えられ、多くのヒノキ実生の発生はないものと予想された。しかしながら、翌2006年10月の調査時点において、249本（62.3本/㎡）もの当年生実生の発生が確認され、全てのグリッドに分布していた。このような予想に反した結果となった理由として、本プロットの土壌がPw(i) I型で透水性が極めて低いため、ヒメスゲ等の地表を覆う草本植物に乏しいプロット5では地表流とな

プロット5



プロット6



0 (%) 1~20 21~40 41~60 61~80 81~100

図Ⅲ-6-5 2631 林班人工播種更新試験地・プロット5, 6におけるヒノキ稚樹の個体数分布とヒメスゲおよびシダ類の被度分布の変化

った雨水によって多くの球果が流亡したが、半面、プロット6では被覆率の高いヒメスゲによって球果の流亡が妨げられたためではないかと思われた。

ヒメスゲは2006年においてプロットの左側で高い被度となっており、以降、2008年まで全体的に被度の上昇が認められ、2009年から2013年まで増減を繰り返しながらも安定した群落に至ったものと思われたが、2014年から左側での被度の増加が顕著となり、2015年現在においては、左側全面が被度81%以上のグリッドのみとなった。一方、シダ類はプロット5と同様、被度の変化は小さく、2009年以降、61%以上のグリッドは見られなくなった。

ヒノキ実生は2008年にかけて急減したが、これはヒノキ稚樹のほとんどが10cm未満の個体サイズであることから、ほぼ全面がヒメスゲで覆われていた影響によるものと考えられた。その後もヒノキ稚樹は緩やかな減少が2012年まで続くが、その間のヒノキ稚樹の残存を見ると、プロット右側に偏する傾向が認められた。これは左側ではより高い被度でヒメスゲが繁茂した影響があるものと思われる。2013年以降はヒノキ稚樹の個体数は、2013年13個体、2014年11個体、2015年10個体と僅かに減少するに留まり、ほぼ横ばいであった。これは2013年時において全てのヒノキ稚樹の個体が苗長10cm以上にまで成長したことによる。なお、表III-6-2は、2015年10月現在におけるプロット5、6におけるヒノキおよび広葉樹種の更新樹の高さ階別本数を示したもので、ヒノキの全個体が16cm以上にまで達し、さらにはプロット5では、1個体が1mを越え、写真III-6-6に示したように、プロット6でも十分にヒメスゲ群落高を脱したとみることのできる30cm以上の個体が7個体となった。したがって、今後とも両プロットにおけるヒノキ稚樹密度の低下はほとんどないものと予想された。

これまで、更新が非常に困難といわれてきた本林班において、成立する更新樹密度に濃淡は生じるものの、播種による更新が必ずしも不可能ではないことをこれらプロットにおける調査結果は示唆している。写真III-6-6に示したヒノキ実生は、人工播種により発芽、成長したものか、あるいは天然の種子散布により成立したものかは明らかではないが、いずれにしても後生樹である。したがって、従来どおり、作業仕様書に沿って人工播種を継続し、特に更新樹が低密度ながら生育している箇所は有効な更新場として、確実に、でき



写真III-6-6 樹高40cmほどに成長し、ヒメスゲ群落を脱したヒノキ後生樹 (プロット6, 2015年10月)

表Ⅲ-6-2 2631 林班人工播種更新試験地の固定試験地（プロット5、6）
における更新稚樹の高さ階別本数（2015年10月現在）

高さ階 cm	プロット5			プロット6		
	ヒノキ	リウヅキ*	その他	ヒノキ	リウヅキ*	その他
16~18	2			1		
18~20						
20~22				1		
~						
26~28				1		
~						
34~36				1		
36~38				2		
38~40				1		
40~42						
42~44				1		
~						
50~52				1	1	
52~54						
54~56					2	
~						
70~72					1	
72~74					1	
74~76						
76~78				1		
78~80			1			
80~82			1(ダケカンパ)			
82~84						
84~86			1		1	
86~88			1		1	
88~90			1			
~						
100~110	1		1			1
110~120					2	1(コシアブラ)
120~130			1			
130~140			1			3
140~150			1			4
150~160			2			2
~						
180~190			2			
ヒノキ合計		3			10	
ヒノキ当年生		0			0	
ヒノキ枯死数		0			1	
他針葉樹計		0			0	
広葉樹計		14			21	

れば多量に播種を行うことが求められよう。さらに、プロット1~4において述べたように、ヒメスゲ拡大および繁茂の抑制処理を、ササの抑制とあわせてテトラピオン粒剤の散布により実施することが必要であろう。

本試験地は、大面積であるが母樹密度が非常に低く、他の試験地とは異なり全面を一様に更新させることを目標とすることは、現実的とは言い難い。

まずは比較的ヒノキ実生の発生と定着が容易な箇所を探り出し、集中的にヒノキ種子を人工播種し、小群状に母樹を成立させることを当面の目標とすべきであろう。そして、より長期的な視点で、ササおよびヒメスゲの抑制を適切に行い、小群状に成立した母樹からの種子散布による更新範囲の拡大へと進めていくことをイメージし、各種処理にあたるべきと考える。いずれにせよ、近年、前生樹はもちろん、ヒメスゲ群落を脱した後生樹の生育も散見されるようになってきたことは、必ずしも本試験地における森林再生が不可能ではないことを、これらヒノキ更新樹が物語っているものと思えてならない。

7 2632 林班

(1) 50m 幅交互帯状皆伐更新試験地 (い〜る, わ〜た小班)

2632 林班い〜る、わ〜た小班 (11.4ha) において、1968 年から 1969 年にかけて帯状伐採を実施し、帯状皆伐更新試験が開始された。本試験地は伐採帯と保残帯を交互に設けることから、2632 林班の中腹以下を帯状に 15 区分し、それぞれを小班とした (設置概況は p. 42~43 を参照)。小班ごとの作業の経過を表Ⅲ-7-1 および表Ⅲ-7-2 に示した。

表Ⅲ-7-1 2632 林班・帯状皆伐更新試験地の作業および調査の経過 (設定まで)

年 度	作 業		帯状番号	年度報告書 掲載ページ	
1966	S.41	薬剤散布	塩素酸塩剤, 365kg (192kg/ha)	1	
			塩素酸塩剤, 255kg (192kg/ha)	2	
			塩素酸塩剤, 154kg (193kg/ha)	3	
			塩素酸塩剤, 250kg (192kg/ha)	4	
			塩素酸塩剤, 129kg (193kg/ha)	5	
			塩素酸塩剤, 154kg (193kg/ha)	6	
			塩素酸塩剤, 112kg (193kg/ha)	7	
			塩素酸塩剤, 130kg (191kg/ha)	8	
			塩素酸塩剤, 94kg (192kg/ha)	9	
			塩素酸塩剤, 150kg (192kg/ha)	10	
			塩素酸塩剤, 125kg (192kg/ha)	11	
			塩素酸塩剤, 130kg (191kg/ha)	12	
			塩素酸塩剤, 67kg (191kg/ha)	13	
			塩素酸塩剤, 92kg (192kg/ha)	14	
			塩素酸塩剤, 83kg (193kg/ha)	15	
1967-68	S.42-43	伐採	1-15		
1969	S.44	調査	設定	1-15	5-6
		薬剤散布	塩素酸塩剤, 399kg (300kg/ha)	2	
			塩素酸塩剤, 201kg (300kg/ha)	5	
			塩素酸塩剤, 240kg (300kg/ha)	6	
			塩素酸塩剤, 147kg (300kg/ha)	9	
			塩素酸塩剤, 247kg (317kg/ha)	10	
			塩素酸塩剤, 99kg (206kg/ha)	14	

表Ⅲ-7-2 2632 林班・帯状皆伐更新試験地の作業および調査の経過 (設定後)

年 度	作 業		帯状番号	年度報告書 掲載ページ	
1970	S.45	調査	稚樹・ササ・A ₀ 層・照度・地温(2×2mプロット)	3-10	7-14
1971	S.46	調査	稚樹・更新面(2×2mプロット)	1-10	7-14
1972	S.47	調査	稚樹・更新面(2×2mプロット)	1-10	9-15
1973	S.48	調査	種子散布・稚樹(2×2mプロット)	1-10	14-23
1974	S.49	調査	稚樹・ササ(2×2mプロット)	1-10	1-10
1975	S.50	調査	稚樹・ササ(2×2mプロット)	1-10	3-13
1976	S.51	調査	A ₀ 層	7-10	1-10
		調査	稚樹・ササ(2×2mプロット)	1-10	
1977	S.52	調査	稚樹・ササ(2×2mプロット)	1-10	4-14
1978	S.53	調査	稚樹・ササ(2×2mプロット)	1-10	3-13
1979	S.54	調査	稚樹・ササ(2×2mプロット)	5-10	1-10
		薬剤散布	テトラピオン粒剤, 20kg (42kg/ha)	14	
1980	S.55	調査	稚樹・ササ(2×2mプロット)	5-10	1-11
		薬剤散布	テトラピオン粒剤, 67kg (50kg/ha)	2	
			テトラピオン粒剤, 27kg (40kg/ha)	5	
			テトラピオン粒剤, 24kg (30kg/ha)	6	
			テトラピオン粒剤, 25kg (51kg/ha)	9	
			テトラピオン粒剤, 23kg (29kg/ha)	10	

表Ⅲ-7-2 (つづき)

年 度		作 業		帯状番号	年度報告書 掲載ページ
1981	S.56	調査	稚樹・ササ(2×2mプロット)	5-10	1-9
1982	S.57	調査	稚樹(2×2mプロット)	5-10	1-10
1983	S.58	調査	稚樹(2×2mプロット)	5-10	1-13
		薬剤散布	テトラピオン粒剤, 36kg (49kg/ha)	3	
			テトラピオン粒剤, 67kg (49kg/ha)	4	
			テトラピオン粒剤, 27kg (50kg/ha)	11	
テトラピオン粒剤, 34kg (50kg/ha)	12				
1984	S.59	調査	稚樹(2×2mプロット) 更新状態(ベルトプロット, 幅4m)	10	3-7 7-9
1985	S.60	調査	稚樹(2×2mプロット)	10	1-4
1986	S.61	調査	更新状態(ベルトプロット, 幅4m)	1, 2	1-4, 8
		薬剤散布	テトラピオン粒剤, 55kg (41kg/ha)	2	
1987	S.62	調査	更新状態(ベルトプロット, 幅4m)	5, 6	1-7
		薬剤散布	薬剤, -kg (-)	5, 6	
1988	S.63	調査	稚樹(2×2mプロット)	10	8
		薬剤散布	テトラピオン粒剤, 24kg (50kg/ha)	14	
1990	H.2	調査	更新樹の密度分布	2, 4-6, 10, 12, 14	3-4, 7-9
		薬剤散布	テトラピオン粒剤, 60kg (45kg/ha)	2	
			テトラピオン粒剤, 59kg (45kg/ha)	4	
テトラピオン粒剤, 31kg (51kg/ha)	8				
1992	H.4	調査	更新状態(ベルトプロット, 幅8m)	6, 10	6-11
1993	H.5	調査	後伐による損傷状態(ベルトプロット, 幅4m)	5	3-6
1994	H.6	調査	更新状態(ベルトプロット, 幅8m)	2, 4	4-8
1997	H.9	調査	更新樹の密度分布	2, 4-6, 8, 10	12-13
1998	H.10	薬剤散布	塩素酸塩剤, 420kg (220kg/ha)	1	
			塩素酸塩剤, 280kg (201kg/ha)	2	
			塩素酸塩剤, 280kg (206kg/ha)	4	
			塩素酸塩剤, 140kg (209kg/ha)	5	
			塩素酸塩剤, 100kg (217kg/ha)	9	

本試験地は、事前の予備調査等の結果から、濃密なササ植生下ではヒノキの更新が極めて困難であり、ササの抑制処理が必須と見込まれたことに基づいて設計された。また、ササの落葉を主とした分厚い粗腐植 (A₀層) がヒノキ実生の定着を阻害していることから、帯状皆伐を施して更新面を十分に明るくすることにより、更新木の成長促進のみならず、A₀層の分解を促すことも設計の要件とされた。

帯状皆伐を実施するため、風倒被害が軽微であった斜面中腹以下において、斜面方向を長辺とする帯状の15個小班(い〜る, わ〜た小班)を設けた(図Ⅱ-2-4, p.43)。い小班から順に1から15までの帯状番号を割り振り、奇数番号を保残帯、偶数番号を伐採帯とした。伐採帯のうち、帯状番号2、6、10、14では塩素酸塩剤等によりササを抑制する処理区とし、帯状番号4、8、12はササ抑制処理を行わない対照区とした。伐採帯・保残帯の幅は、ヒノキ種子の有効散布距離の資料をもとに、保残木の樹高の2倍である50mを基本とした。更新期間は、種子の豊作年が4年に一回程度であることや冷涼な気象条件により稚樹の成長が比較的緩慢であることなどから、10から20年と見込まれていた。

本試験地は伐採作業に支障をきたすほどの濃密なササ植生に覆われていたことから、伐前地拵えとして1966年に、塩素酸塩剤(約190kg/ha)をヘリコプターにより全面に散布した。その翌年の1967から1968年にかけて伐採が実施され、集材には架線が用いられた。

伐採が完了した 1969 年 10 月に、ササ処理区（帯状番号 2、6、10、14）と一部の保残帯（帯状番号 5、9）において、塩素酸塩剤（約 300kg/ha、ただし帯状番号 14 のみ約 200kg/ha）が人力で散布された。伐採後の帯状番号 6 の様子を写真Ⅲ-7-1 に示した。ササの地上部がほぼ全面にわたって抑制されていることが見て取れる。一方、ササを抑制していない対照区では、集材後もササが濃密に繁茂していた。帯状番号 8 の伐採帯と帯状番号 9 の保残帯の様子を写真Ⅲ-7-2 に示した。



写真Ⅲ-7-1 2632 林班帯状皆伐更新試験地の帯状番号 6（伐採帯）．
塩素酸塩剤によりササを抑制した（1969 年）



写真Ⅲ-7-2 2632 林班帯状皆伐更新試験地の帯状番号 8 のササの成立する
伐採帯とササを抑制した帯状番号 9 の保残帯（1969 年）

帯状番号 8 の伐採帯（写真左側）ではササが繁茂しているのに対し、帯状番号 9 の保残帯林床（写真右側）では塩素酸塩剤によりササが枯殺されている様子を比較することができる。このように、集材による地表面へのダメージだけでササを抑制することは、三浦実験林では期待できないと考えられた。

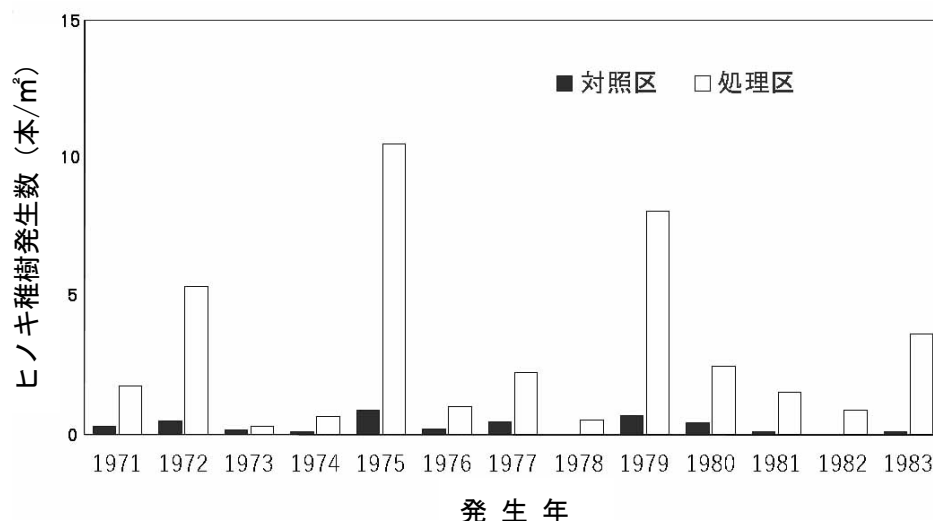
その後、処理区においてもササが徐々に回復したことから、ササの抑制処理をさらに実施した。帯状番号 2 に対しては 1976～80 年に、帯状番号 6、10 に対しては 1977～80 年に毎年 1 回（1979 年は 2 回）、刈払機によりササを 1m 程度の高さで刈り払った。さらに、1980 年には各処理区に対しテトラピオン粒剤（50g/ha）を人力で散布し、その後、小班ごとにササの状態に合わせて薬剤によるササ抑制処理を実施した。これらの詳細は表Ⅲ-7-1 を参照されたい。

1971 年から、ヒノキ稚樹の発生と成長ならびにササの状態についての調査を帯状番号 1 から 10 において開始した。調査は、各小班を横切るよう斜面中腹に設けた基線沿いに、10m 間隔で設置した 2×2m の調査区において実行した。その後、帯状番号 1、2 では 1974 年まで、帯状番号 3、4 では 1975 年まで、帯状番号 5～9 では 1983 年まで、帯状番号 10 では 1985 年まで調査を継続した。

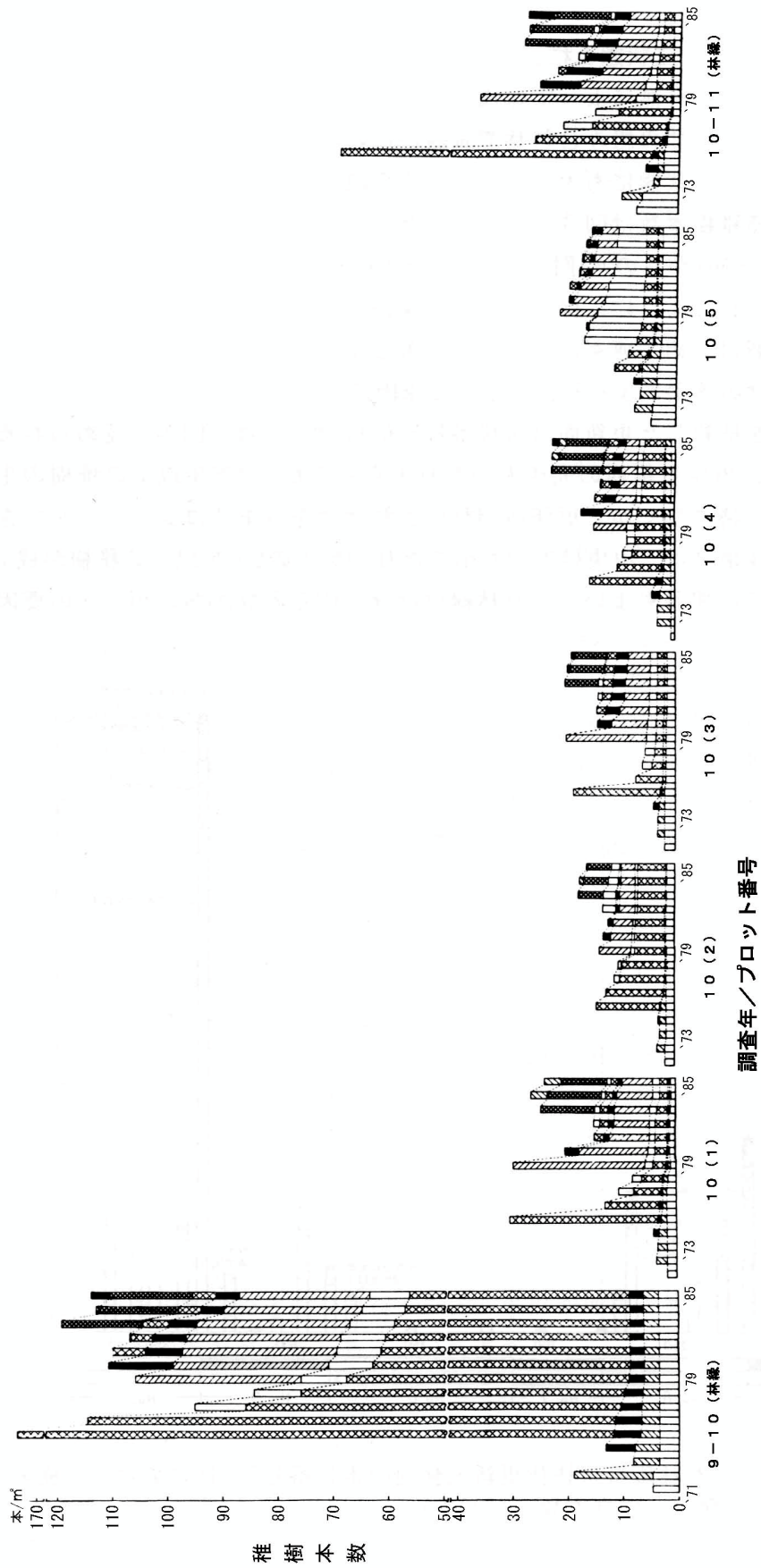
処理区（帯状番号 2、6、10）と対照区（帯状番号 4、8）における 1971 年から 1983 年まで 13 年間の稚樹発生数を図Ⅲ-7-1 に示した。また、処理区（帯状番号 10）における稚樹の消長を図Ⅲ-7-2 に示した。さらに、1983 年に帯状番号 5～10 の各プロットにおいて成立していた稚樹本数を図Ⅲ-7-3 に示した。

稚樹の発生について、処理区では 1972、1975、1979、1983 年に ha あたりで数万本と多数の発生が確認された。これはおおむね 4 年毎に訪れる種子の豊作年に対応したものと考えられた。一方、対照区においては、ha あたり 0～6,285 本であり、十分な更新稚樹の発生は見られなかった。

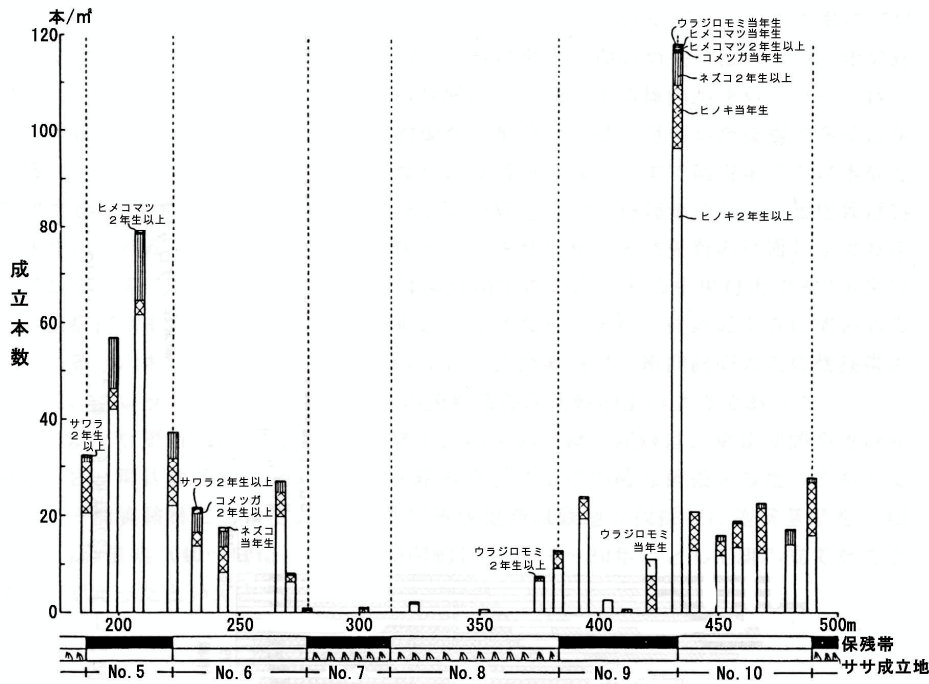
稚樹の消長について、伐採から 2 年後の 1971 年から開始した調査当初に成立していた稚樹は、前生稚樹を含むとみられる少数の稚樹のみであった。しかしその後、前述のように処理区においては、豊作年に対応したとみられる大量の稚樹発生が見られた。一般に、発芽当初のヒ



図Ⅲ-7-1 2632 林班帯状皆伐更新試験地の処理区（帯状番号 2、6、10）と対照区（帯状番号 4、8）におけるヒノキ稚樹発生数（1971～1983 年）



図III-7-2 2632 林班帯状皆伐更新試験地の処理区 (帯状番号10) におけるヒノキ稚樹の消長
 同一色で示した種樹本数は、発芽年が同一であることを示す。



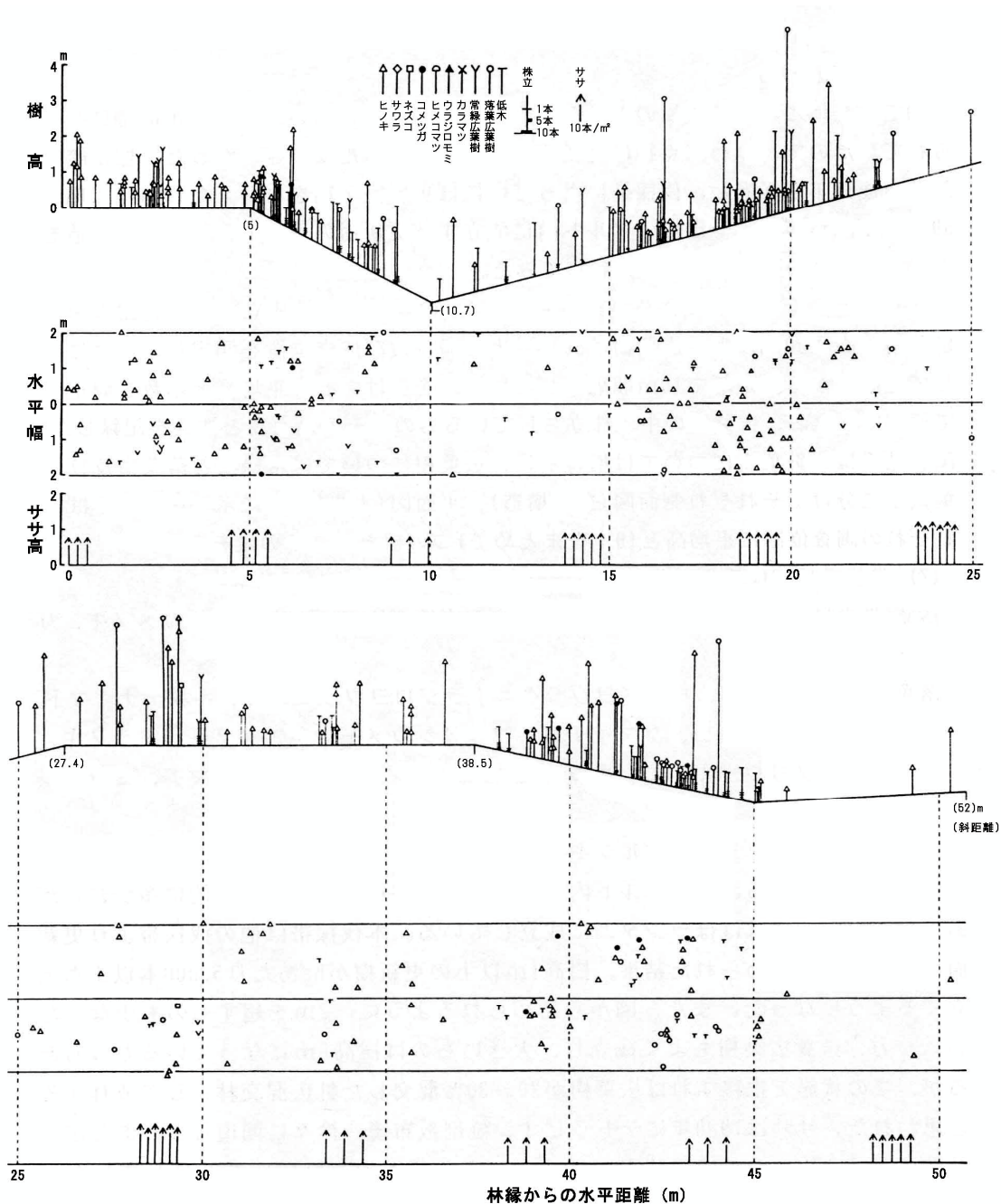
図Ⅲ-7-3 2632 林班帯状皆伐更新試験地の帯状番号 5~10 における
稚樹の発生と成立本数 (1983 年)

ノキ実生は大変小さく、根系の発達も不十分であることなどから、乾燥、雨滴、病気、虫等による被害や陽光不足などにより減少していく。本試験地でも、処理区において大量に発生したヒノキ稚樹は、発生後大きく減少するものの、4 年ほどで減少の速度が下がって安定した成立本数となっていた。さらに、豊作による稚樹の大量発生が繰り返されることにより、伐採から 10 年が経過した 1979 年以降には、処理区には ha あたり 1 万本以上のヒノキ稚樹が定着した。それに対照区ではヒノキの更新はほとんど進行しなかった。

1984 年に、より大きなスケールで更新状況を把握するため、ベルトトランセクトによる調査を実施した。ササの抑制処理がヒノキ稚樹の発生と定着を促進したことから、帯状番号 10 の処理区中央部を等高線方向に横断する幅 4m、長さ 50m (ともに水平距離) のベルトを設け、ベルト内の樹木 (針葉樹は樹高 30cm 以上、広葉樹は樹高 50cm 以上) について樹高と成立位置を測定し、ササの成立状態についても 5m おきに稈高と稈数を記録した。結果を図Ⅲ-7-4 に示した。

ヒノキ稚樹は ha あたり約 10,000 本が成立していた。一方、ササは、高さ 1m 以下の稈が m² あたり 30 から 60 本程度であり、更新を著しく阻害するほどには回復していなかった。ササを超える高さ 1m 以上の更新樹は ha あたり 5,000 本以上が成立し、その大半はヒノキであった。このように処理区においては、発生、定着したヒノキ稚樹が順調に成長し、その他針葉樹と広葉樹が全体の 20% 程度を占める針広混交林が成立していた。

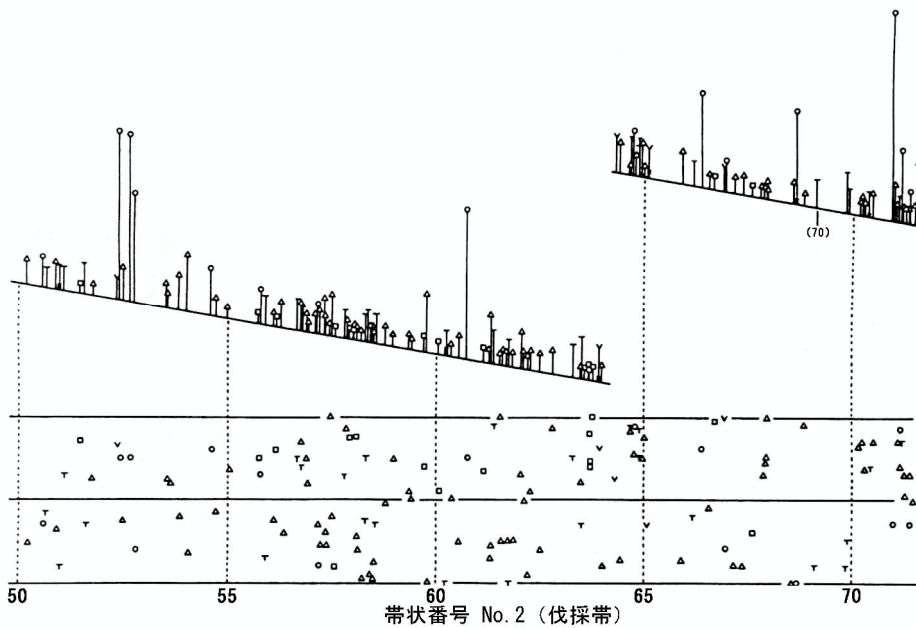
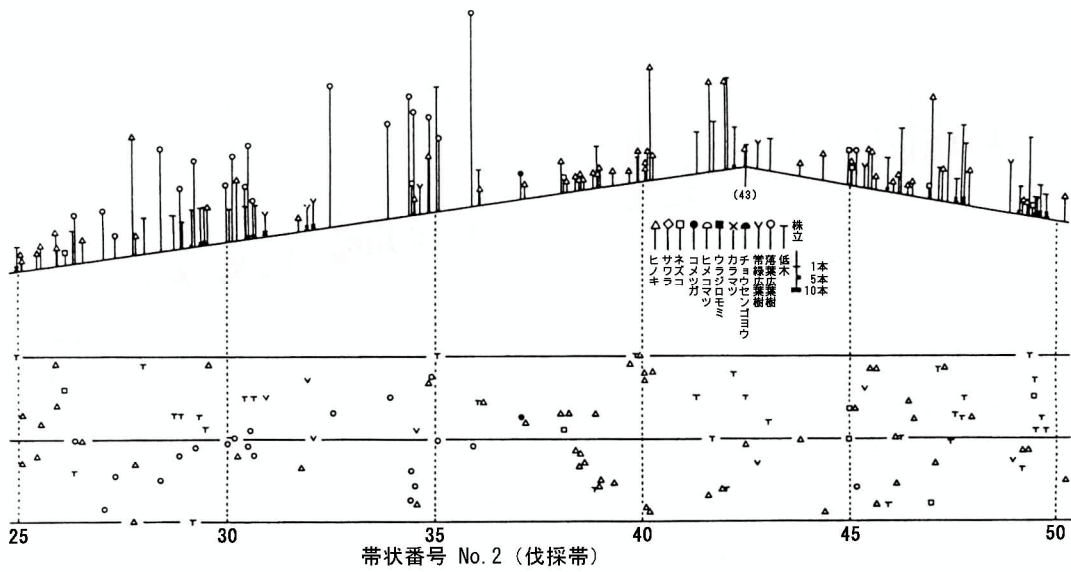
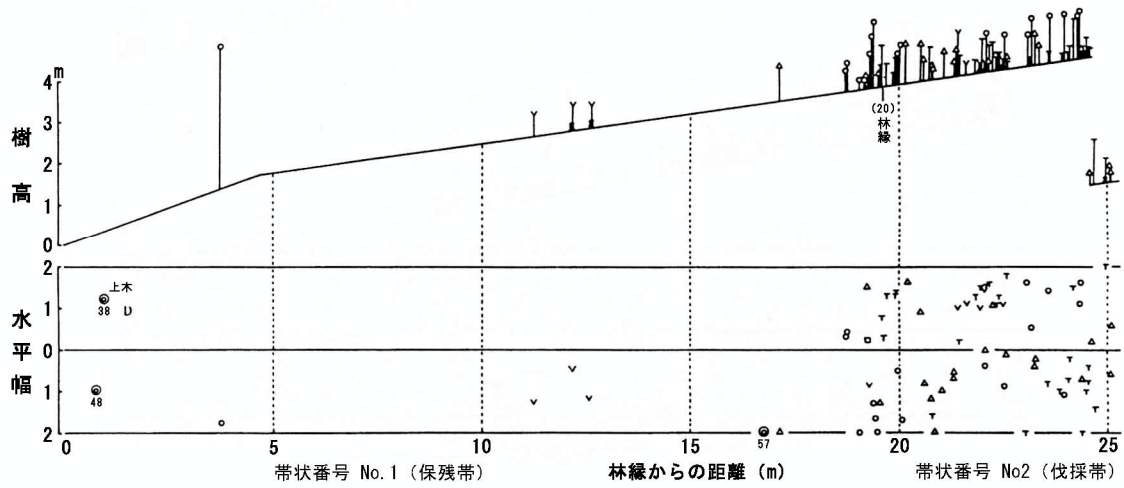
1986 年と 1987 年にも、ベルトトランセクトによる調査を実施した。1986 年には帯状番号 1 から 2 にかけて、1987 年には帯状番号 5 から 6 にかけて、長さ 95m のベルトをそれぞれ設置し、1984 年と同様の方法で調査した。1986 年の調査結果を図Ⅲ-7-5 に、1987 年の調査結果を図Ⅲ-7-6、図Ⅲ-7-7 に示した。



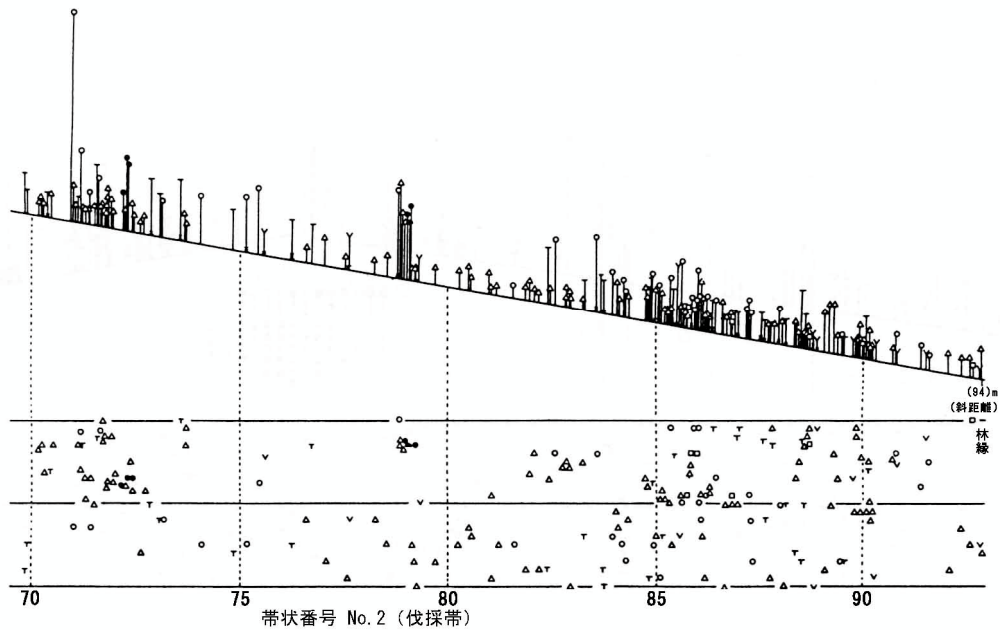
図III-7-4 2632 林班带状皆伐更新試験地の带状番号 10 における更新樹の分布とササの成立状態 (1984 年)

带状番号 2 の伐採帯では、带状番号 10 の伐採帯に比較するとヒノキ稚樹の成立本数が劣るものの、ヒノキの更新が良好に進行していた。この差異の理由について「三浦実験林 30 年の歩み」では、带状番号 2 の伐採と更新面の整備が带状番号 10 に比べ 1 年遅かったことと、ササの再生が比較的早かったためとしている。

保残帯である带状番号 5 においても、図III-7-6 に見られるように、ササを処理した伐採帯 (带状番号 2、6、10) と同様に、ha あたり 10,000~20,000 本と多くのヒノキが成立している。これは、本保残帯が当初の計画である幅 50m より 10~15m ほど狭くなったために側方か

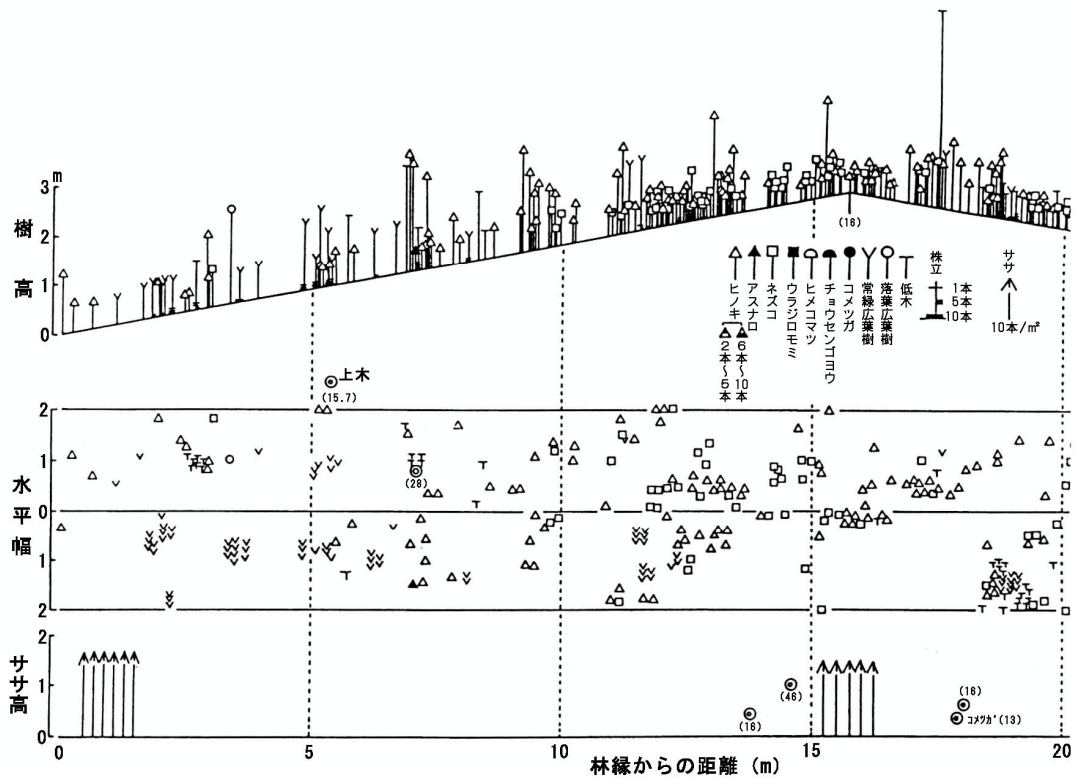


Ⅲ-7-5 2632 林班带状皆伐更新試験地の带状番号1~2における更新樹の分布 (1986年) - その1

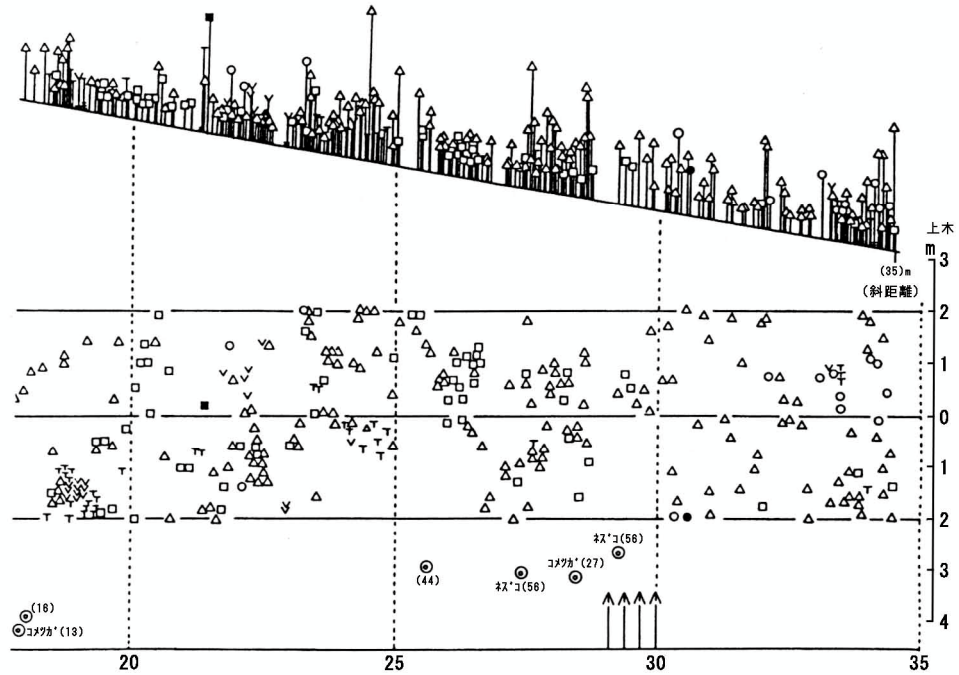


図Ⅲ-7-5 同一その2

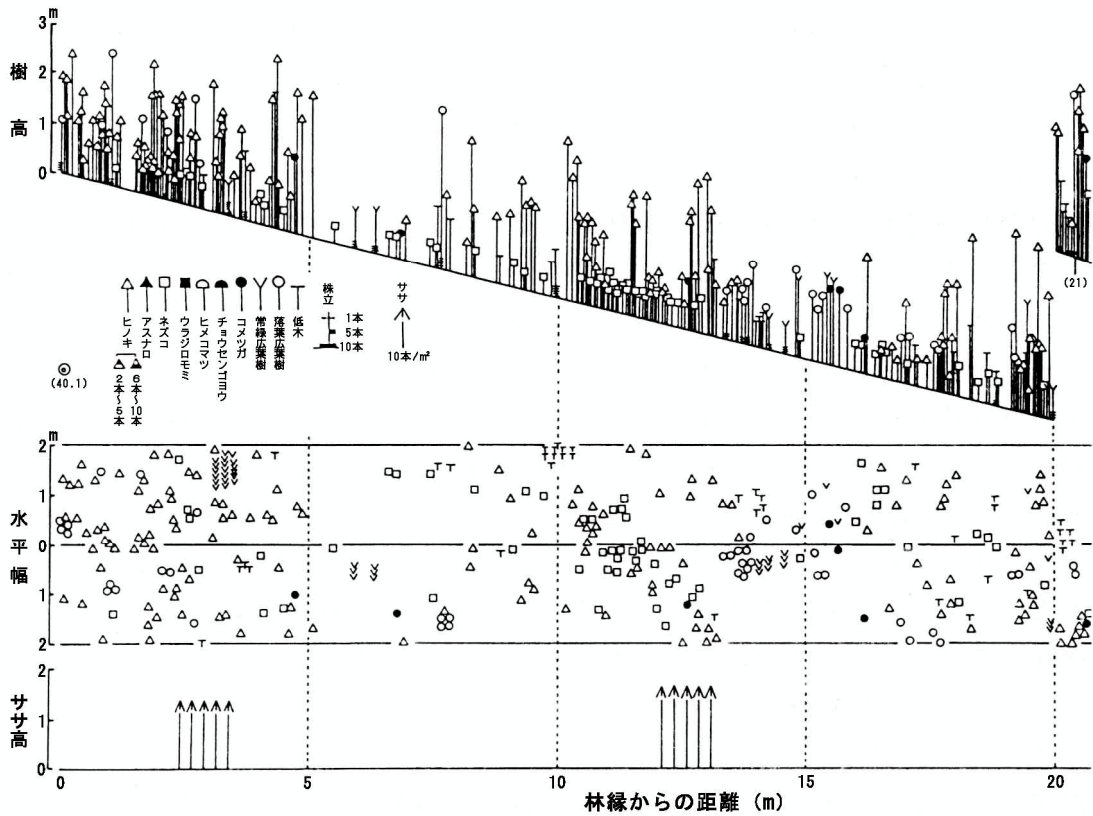
らの陽光が保残帯内部まで差し込んだことと、伊勢湾台風による風倒のため他の保残帯よりも上木が疎であったことにより、ササ抑制処理を施した他の保残帯に比較して良好に更新したためと考えられた。このため、本保残帯はほぼ更新完了と判断され、1992年に後伐（受光伐）を実施した。その際に、带状番号4の更新のための母樹として林縁部の位置を保残した。



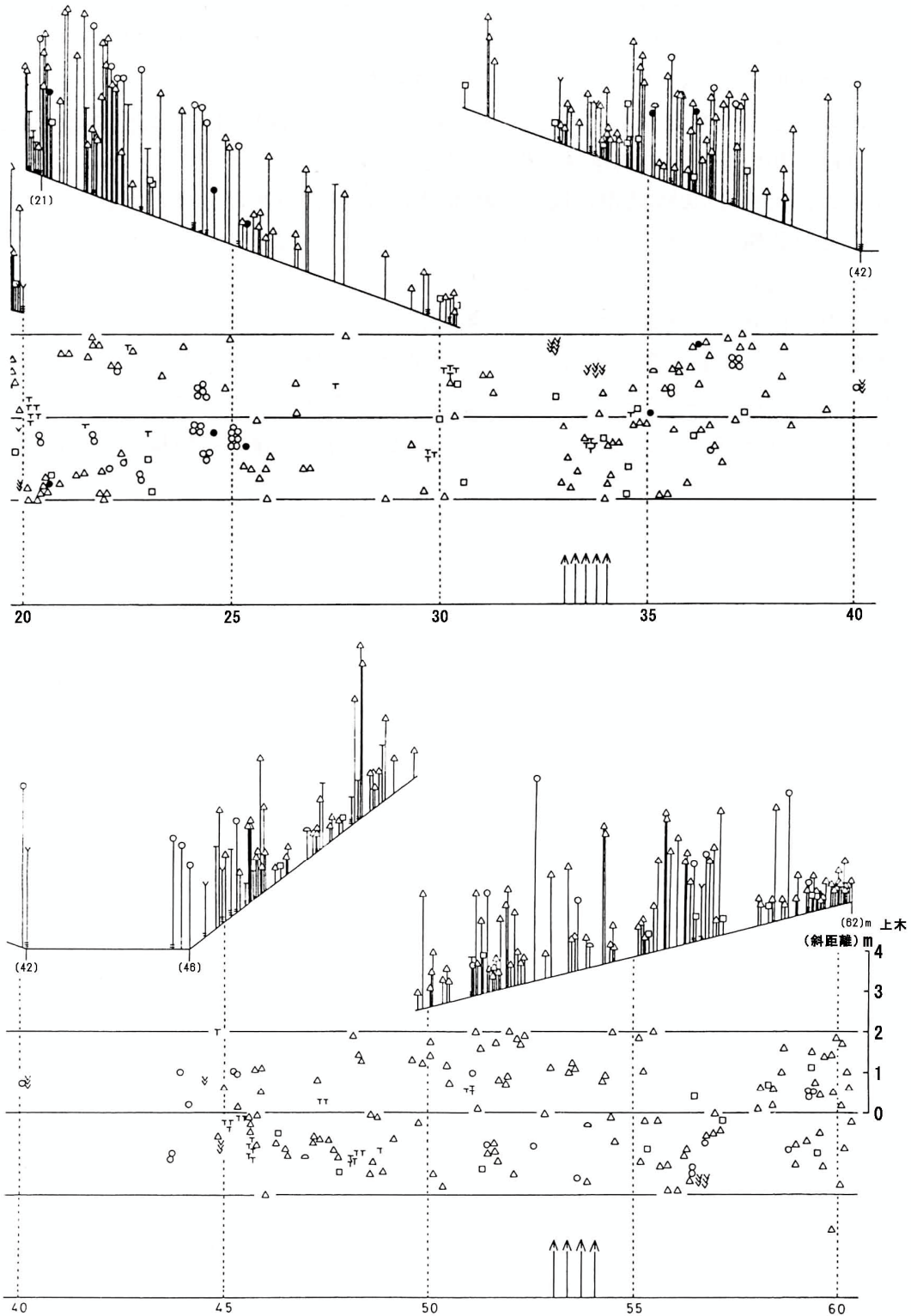
図Ⅲ-7-6 2632 林班带状皆伐更新試験地の带状番号5における更新樹の分布とササの成立状態（1987年）-その1



図Ⅲ-7-6 同一その2

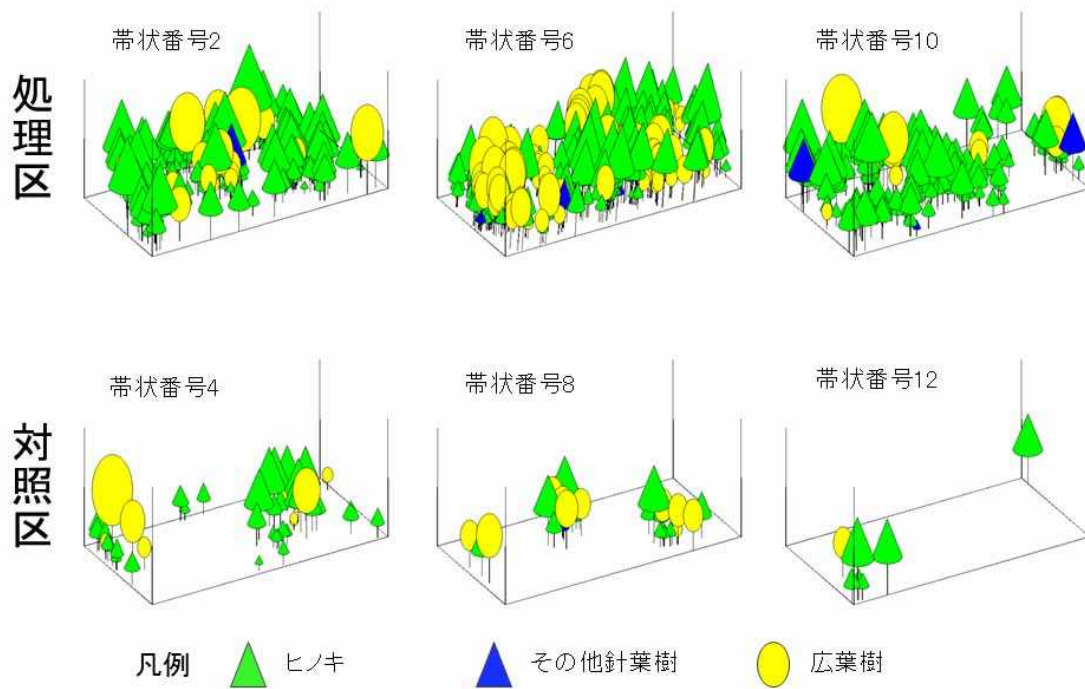


図Ⅲ-7-7 2632 林班带状皆伐更新試験地の帯状番号 6 における更新樹の分布とササの成立状態 (1987 年) - その 1

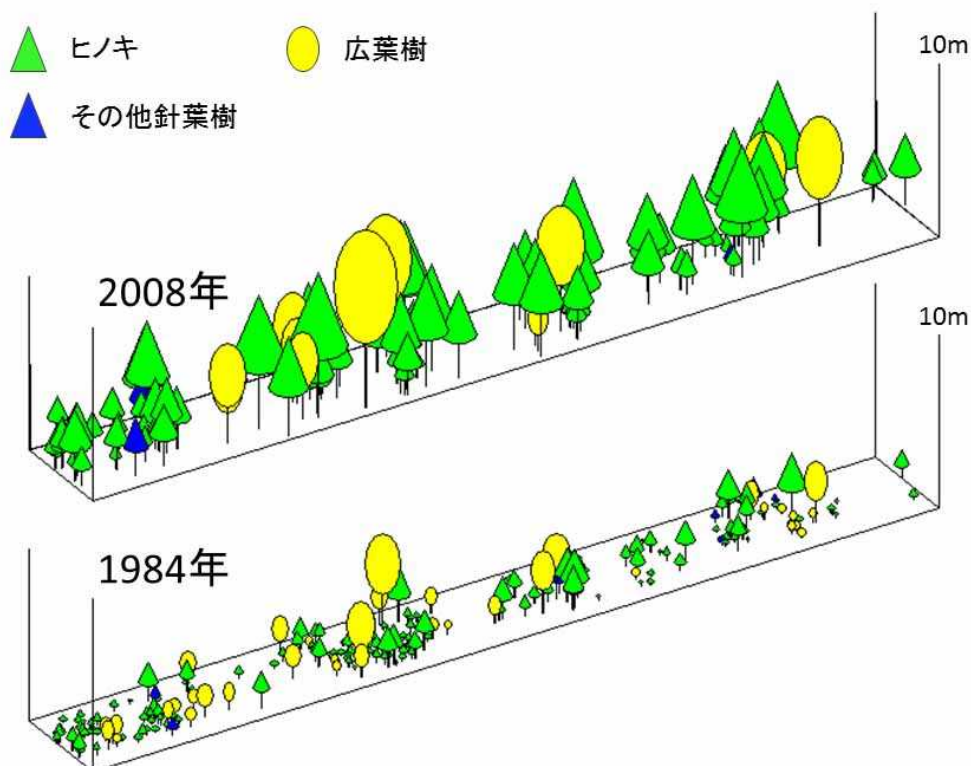


図Ⅲ-7-7 同一その2

2005年に、更新林分の構造を把握するため、処理区（帯状番号2、6、10）ならびに対照区（帯状番号4、8、12）の各伐採帯において、平均的な更新状態の場所に10m×20mの方形区を設け、樹高1.3mの樹木について樹種、樹高、位置等を記録した。その結果を模式化したものを図Ⅲ-7-8に示した。



図III-7-8 2632 林班带状皆伐更新試験地の各伐採帯における更新状況の模式図 (2005年)



図III-7-9 2632 林班带状皆伐更新試験地の带状番号10 (処理区) における1984年と2008年の更新状況の比較

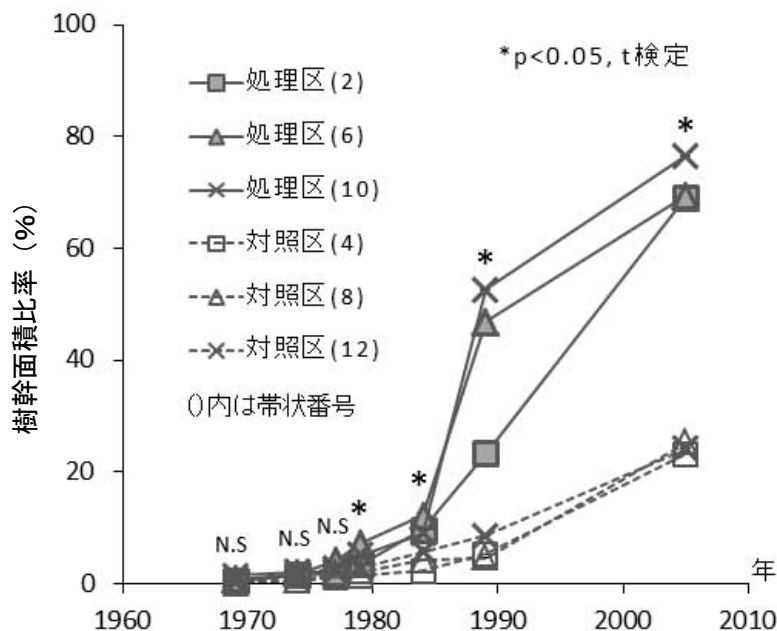
処理区においては、ha あたり 7,700~10,100 本のヒノキ更新木の他、ヒノキ以外の針葉樹と広葉樹が混交する針広混交林が成立していた。また、ほとんどの更新木は樹高が 2m 以上となり、ササの被圧を受けることはもはやない段階まで成長していた。一方、対照区においては、ha あたり 400~3,250 本の密度のヒノキ更新木と 50~600 本の広葉樹がまばらなパッチ状に成立しているのみであり、更新は不十分な状況となっていた。

2008 年には带状番号 10 において、1984 年に調査したベルトを再現し、樹高が 1.3m 以上の樹木について樹高と位置を測定した。調査結果を模式化したものを図Ⅲ-7-9 に示した。

伐採から 40 年が経過した 2008 年には ha あたりで、ヒノキ 5,550 本、その他針葉樹 400 本、広葉樹 600 本が成立し、最大樹高はヒノキで 8.6m、広葉樹で 9.3m であった。これらの更新樹のほとんどは、1984 年に成立していたものであることが図から確認できる。このように、処理区に成立した林分は、伐採後 15 年間に発生、定着した稚樹群が成長することにより成り立ったことが確認された。

2010 年に、航空写真を用いた調査を実施した。この調査は、ササを抑制した伐採帯では更新が良好に進む一方で、ササの抑制処理を行なわなかった対照区では更新が不十分であることを評価することを目的としている。航空写真 (1969、1974、1977、1979、1984、1989、2005 年) を用いた調査結果について、樹冠面積比率を図Ⅲ-7-10 に、2005 年における植被毎の面積構成比率を図Ⅲ-7-11 に示した。

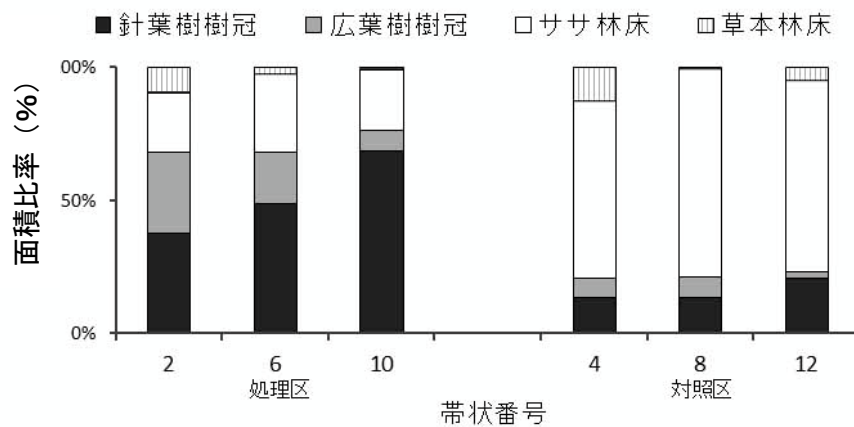
樹冠面積比率は、1969 年から 1979 年まで、ササ抑制処理の有無に係わらず全ての伐採帯で数%以下と低かった。しかし、1984 年から処理区の値が対照区を上回るようになり、2005 年には処理区で約 70%、対照区で約 24%と大きく差がついた。樹木が成立していない部分は主に



図Ⅲ-7-10 2632 林班带状皆伐更新試験地における航空写真から判読した樹冠面積比率の経年変化

ササ地となっていた。また、植被毎の面積構成比率に見られるように、全ての伐採帯で針葉樹が過半を占める針広混交状態であった。なお、各伐採帯（帯状番号 2、4、6、8、10、12）の林相について、2007 年の秋に撮影したものをそれぞれ写真Ⅲ-7-3 に示した。

処理区においては林冠がほぼ閉鎖した針広混交林が成立し、対照区においては密なササ地にまばらに更新木が生えていることが見てとれる。このように、ササの抑制処理により、伐採帯と保残帯を交互に設けた帯状皆伐による側方天然下種更新が可能であることが示された。したがって、本試験地は木曾ヒノキ天然更新施業のモデルケースの一つとなると考えられ、今後は、成林に至るまでの更新林分の推移を把握する必要がある。しかしその一方、第 V 章に記されているように、帯状皆伐による更新の初期段階でのササの抑制が不十分な場合、良好な光環境の



図Ⅲ-7-11 2632 林班帯状皆伐更新試験地における航空写真から判読した 2005 年における植被毎の面積構成比率



帯状番号 2

帯状番号 4

写真Ⅲ-7-3 2632 林班帯状皆伐更新試験地の各伐採帯の林相 (2007 年) - その 1

もとでササが極めて密に繁茂し、その後、長期間にわたり更新が阻害される可能性を指摘している。したがって、本試験地の成果に基づき天然更新を確実に成功させる技術を確立するには、ササの抑制を確実に成功させ、上木密度のコントロールなどにより、ヒノキ更新樹の成立を効果的に行うことについての技術開発が必要であろう。



带状番号 6



带状番号 8



带状番号 10



带状番号 12

写真Ⅲ-7-3 同一その2