

(2) 帯伐・孔伐・魚骨状伐採更新試験地（と小班）

本試験は長野営林局の設計により 2628 林班の最上部に設定され、当初は択伐作業と名付けられたが、後に串団子状、魚骨状および小面積帯状伐採を組み合わせたものとして漸伐と呼ばれるようになった。しかし、図Ⅱ-2-19 (p. 54) から判断すると、それぞれ孔伐、魚骨状伐採、交互帯伐更新試験とするのが適切であるとされた（三浦実験林 30 年のあゆみ（1999））。これを踏まえ、本誌においても同様に扱うこととした（設置概況は p. 53～54 参照）。

本試験地における調査は、設定当時、営林局が担当することになっていたため、実験林設定当初に組織化された研究グループは関与してこなかった。このため、「三浦実験林 30 年のあゆみ」に設定の経緯と設計およびその後の経過について述べられているが、詳細な記載はされていない。また、営林局からの詳細な調査報告もなく、更新の経過および現状については不明である。

ここでは薬剤散布の記録を主にとりまとめたものを表Ⅲ-3-2 に示すと共に、「三浦実験林 30 年のあゆみ」に記載されている内容と、表に示した内容とを比較・検討することとした。

表Ⅲ-3-2 2628 林班・帯伐・孔伐・魚骨状伐採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
1969 S.44	薬剤散布	塩素酸塩剤, 2,322kg (245kg/ha)
1971 S.46	伐採	
1980 S.55	薬剤散布	テトラピオン粒剤, 110kg (22kg/ha)
1982 S.57	薬剤散布	テトラピオン粒剤, 24kg (48kg/ha)?
1983 S.58	薬剤散布	テトラピオン粒剤, 356kg (49kg/ha)
1986 S.61	薬剤散布	テトラピオン粒剤, 25kg (50kg/ha)
1987 S.62	薬剤散布	テトラピオン粒剤, -kg (-)
1999 H.11		168-169*

* : 三浦実験林30年のあゆみ

本試験地には表Ⅲ-3-2 に示したように、1969 年に塩素酸塩剤を散布し、1971 年に伐採を行い試験地が設定された。「三浦実験林 30 年のあゆみ」では、1983 年にテトラピオン粒剤が散布されたがその後除草剤は散布されず、このためササが著しく繁茂し、現地に足を踏み入れることさえ困難で、1995 年に踏査を試みたものの到達できなかつたと記されている。しかしながら、薬剤散布の記録によると、1980、1982、1983、1986、1987 年の計 5 回のテトラピオン粒剤の散布が行われていることとなっている。なお、表中、1982 年の散布量については、散布面積を 0.50ha として単位面積当たりの散布量を算出したが、実態を確認できないため「？」を付した。また、1987 年の散布量は不明であった。この散布記録から、5 回にわたりテトラピオン粒剤を散布したものの、その効果は小さく、1995 年時には繁茂した状態にあったものと推察される。

また、「三浦実験林 30 年のあゆみ」において、1998 年秋に風倒被害を受けているようであるため、近々踏査するとともに、塩素酸塩剤の再散布により更新を進めるよう期待したい、とされている。今後、空中写真の利用と現地での確認を検討し、その上で更新に必要なとされる事項を検討する必要がある。

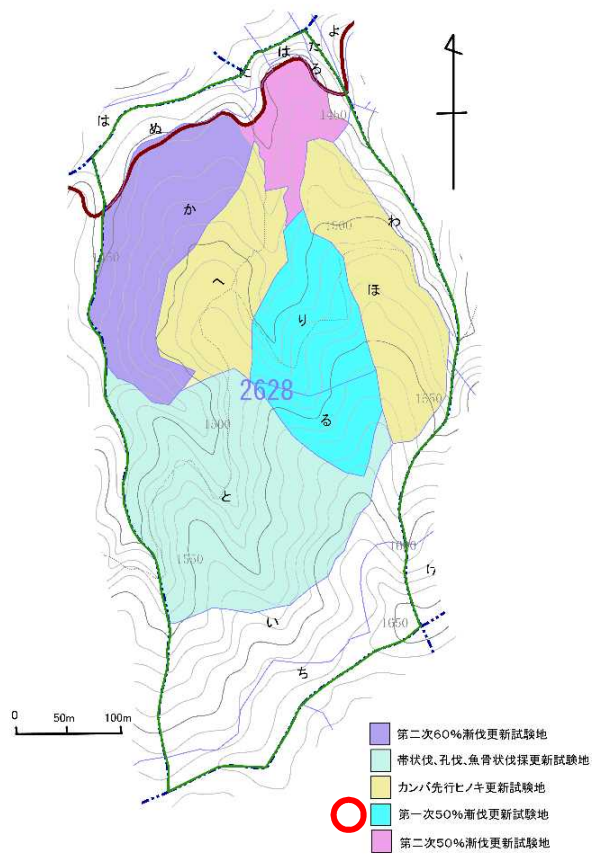
(3) 50%漸伐更新試験地（第1次天然更新試験地，リ・る小班）

図Ⅲ-3-7に示した2628林班り・る小班（4.53ha）において、1969年に塩素酸塩剤の散布による伐前地拵えを実施し、同年に下種伐50%の漸伐を行い、漸伐更新試験地を設置した（設置概況はp. 47～48参照）。以降、本試験地で実施された作業および調査の経過を表Ⅲ-3-3に示した。

表Ⅲ-3-3 2628林班・50%漸伐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
1969	S.44	薬剤散布	塩素酸塩剤, 1,478kg (300kg/ha)	4-5
		伐採		
1970	S.45	調査	稚樹の成立状態 (2×2m, 4プロット)	7-14
1971	S.46	調査	稚樹の成立状態 (2×2m, 8プロット)	7-14
1972	S.47	調査	稚樹の成立状態 (2×2m, 8プロット)	9-15
1973	S.48	調査	稚樹の成立状態 (2×2m, 8プロット)	14-23
1974	S.49	調査	稚樹の成立状態 (2×2m, 8プロット)	1-10
1975	S.50	調査	稚樹の成立状態 (2×2m, 8プロット)	3-13
1976	S.51	調査	稚樹の成立状態 (2×2m, 8プロット)	1-10
1977	S.52	調査	稚樹の成立状態 (2×2m, 8プロット)	4-14
1978	S.53	調査	稚樹の成立状態 (2×2m, 8プロット)	3-13
1979	S.54	調査	稚樹の成立状態 (2×2m, 8プロット)	1-10
		調査	稚樹の成立状態 (2×2m, 8プロット)	1-11
1980	S.55	薬剤散布	テトラピオン粒剤, 刈払+筋播き	138*
1981	S.56	調査	稚樹の成立状態 (2×2m, 8プロット)	1-9
1982	S.57	調査	稚樹の成立状態 (2×2m, 8プロット)	1-9
		薬剤散布	テトラピオン粒剤, -kg (-)	138*
1983	S.58	調査	稚樹の成立状態 (2×2m, 8プロット)	1-13
1984	S.59	調査	稚樹の成立状態 (2×2m, 8プロット)	1-7
			更新状態 (4×90m, 59ベルト)	7-10
1985	S.60	調査	稚樹の成立状態 (2×2m, 8プロット)	1-5
1986	S.61	調査	更新状態 (4×105m, 61ベルト)	6-8
		計画	下種伐, 後伐の計画	8-9
1990	H.2	調査	更新樹密度分布	3, 5-7
1991	H.3	調査	成長経過 (伐倒木根元)	6-7, 13-14
		調査	更新樹の損傷状態	2-6
1992	H.4	薬剤散布	テトラピオン粒剤, -kg (-)	
		薬剤散布	テトラピオン粒剤, 105kg (69kg/ha)	
1997	H.9	調査	更新樹密度分布	11-12
1998	H.10	薬剤散布	塩素酸塩剤, 340kg (224kg/ha)	
1999	H.11	調査	更新状態 (4×40m, ベルト)	7-9
2000	H.12	薬剤散布	塩素酸塩剤, 340kg (224kg/ha)	
2003	H.15	薬剤散布	塩素酸塩剤, 340kg (224kg/ha)	
2006	H.18	調査	目視による更新・成長状態	41-42
2009	H.21	調査	更新状態 (4×105m, 61ベルト)	50-53
2010	H.22	調査	更新状態 (4×105m, 61ベルト)	21-24
2011	H.23	調査地整備	整備 (4×105m, 61ベルト)	18
2012	H.24	薬剤散布	塩素酸塩剤, 380kg (250kg/ha)	

*: 三浦実験林30年のあゆみ



図Ⅲ-3-7 2628 林班 50%漸伐更新試験地（第1次天然更新試験）の位置



写真Ⅲ-3-3 2628 林班 50%漸伐更新試験地設定直後の状態（1969年）

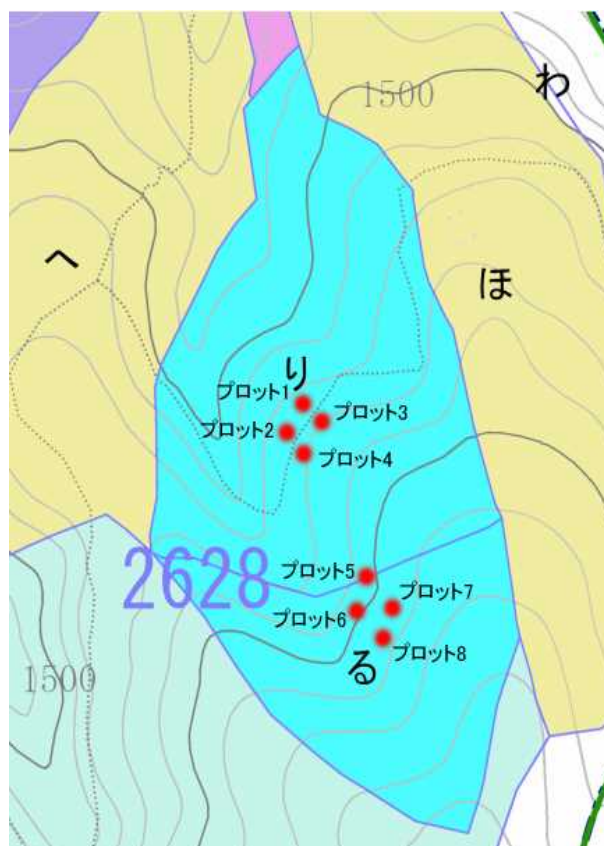
試験地設定のための伐採、搬出および塩素酸塩剤を散布した翌年において、ササはよく抑制され、その状態を写真Ⅲ-3-3に示した。

①ヒノキ稚樹の発生、成立の経過

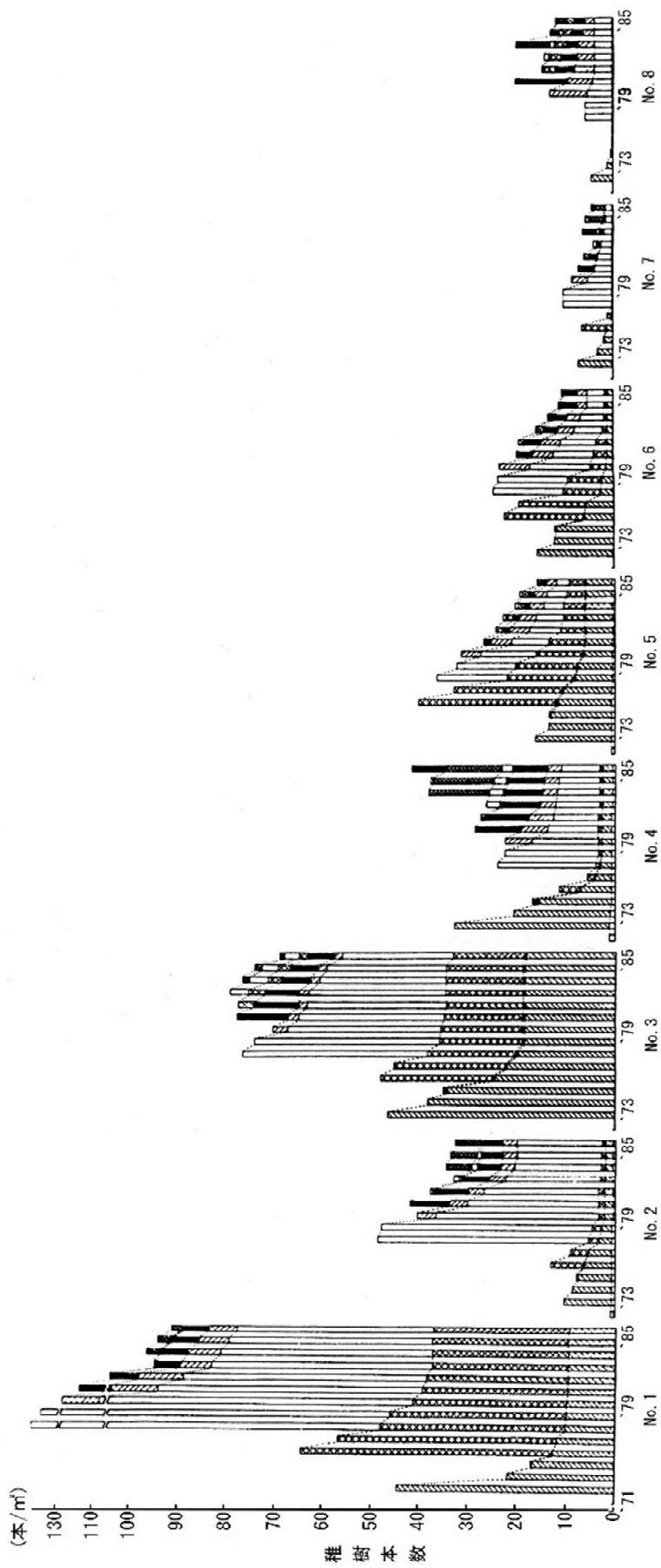
図Ⅲ-3-8に示したように、本試験地内の下部に4箇所（プロット1～4）、上部に4箇所（プロット5～8）の計8箇所に方形プロット（2×2m）を設け、1971年以降、稚樹の消長と成長状態を15年間にわたり調査した。全方形プロット内における1971年から1985年までのヒノキ更新樹の本数変化を、図Ⅲ-3-9に示した。

図から認められるように、成立稚樹数には方形プロット間に著しい違いが認められた。試験地下部のプロット1～4付近は、かつて上木が風倒被害を受けた影響で林床がかなり明るくなっていたため、稚樹本数が著しく多く成長も良かった。一方、上部のプロット5～8、特に7、8は成立稚樹が著しく少なかった。ここでは上木の疎開の程度が相対的に小さく、これに加えササの回復が著しく早かったことが影響したものと考えられた。

本試験地の調査プロットの周辺は、1976年度にササの刈り払いを行い、1980年6月にはテトラピオン粒剤を散布した。しかし、数m間隔の筋状散布であったため「シマ枯」状態となった。そこで、1982年10月に再度テトラピオン粒剤を全面散布した。このことから、天然生稚樹の成立を全面的に期待するならば、筋状散布は非効率的な方法といえよう。1984年現在、成立稚樹の少ない上部プロット周辺も、薬剤散布後のササ量の減少につれて稚樹の成立数は増加し、写真Ⅲ-3-4に示したように、成長も促進されるようになった。



図Ⅲ-3-8 2628林班50%漸伐更新試験地に設定した2×2m方形プロット（斜面下部：プロット1～4，斜面上部：プロット5～8）の位置



調査年/プロット番号

図III-3-9 2×2m 方形プロットにおける15年間のヒノキ稚樹の消長
同一色で示した稚樹本数は、発芽年が同一であることを示す。



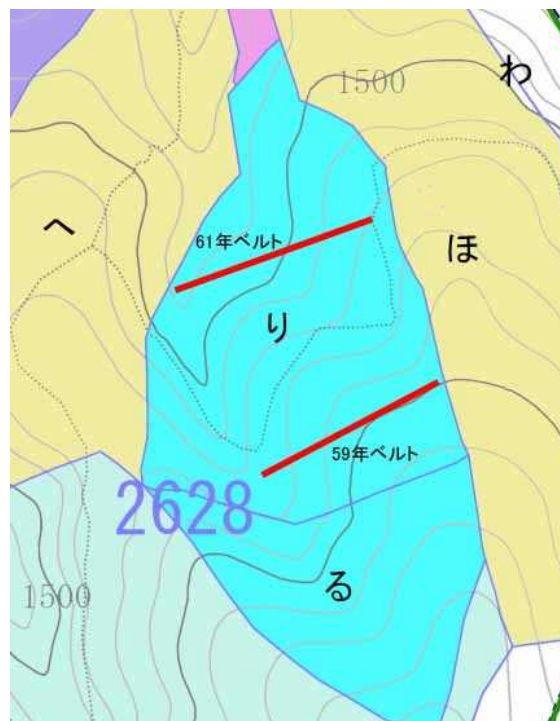
写真Ⅲ-3-4 上部プロット周辺における状況。テトラピオン粒剤の散布によってササが抑制され、ヒノキ更新樹が良好な成長を示し始めた（1984年）

②下種伐後15年以上を経過した更新完了前後における更新樹の成立状態

本試験地においてほぼ更新完了期を迎えた1984年以降、一定幅のベルト内に成立する更新樹の垂直的、平面的な成立状態を調査した。ベルトトランセクト調査は、水平幅4mのベルト内に成立する更新樹のうち、針葉樹は高さ30cm以上、広葉樹は50cm以上の樹高および位置を測定し、ササに関しては原点から斜距離で10m間隔に1×1mの枠を設け、その平均高と本数の測定を行った。なお、広葉樹のうち、株立ちしているものはその最大高と株数を記録した。調査結果は、針葉樹については樹種別に、広葉樹については常緑樹と落葉高木および落葉低木に分けてそれぞれ側面図（垂直構造）、平面図（水平構造）に示した。ササはそれぞれの調査位置に平均高と10本をまとめて1つの線としてその量を示した。

本調査は、斜面上部の59年ベルト（上部ベルトプロット）において1984（昭和59）年に、斜面下部の61年ベルト（下部ベルトプロット）において1986（昭和61）年に実施した。それぞれの位置を図Ⅲ-3-10に示した。

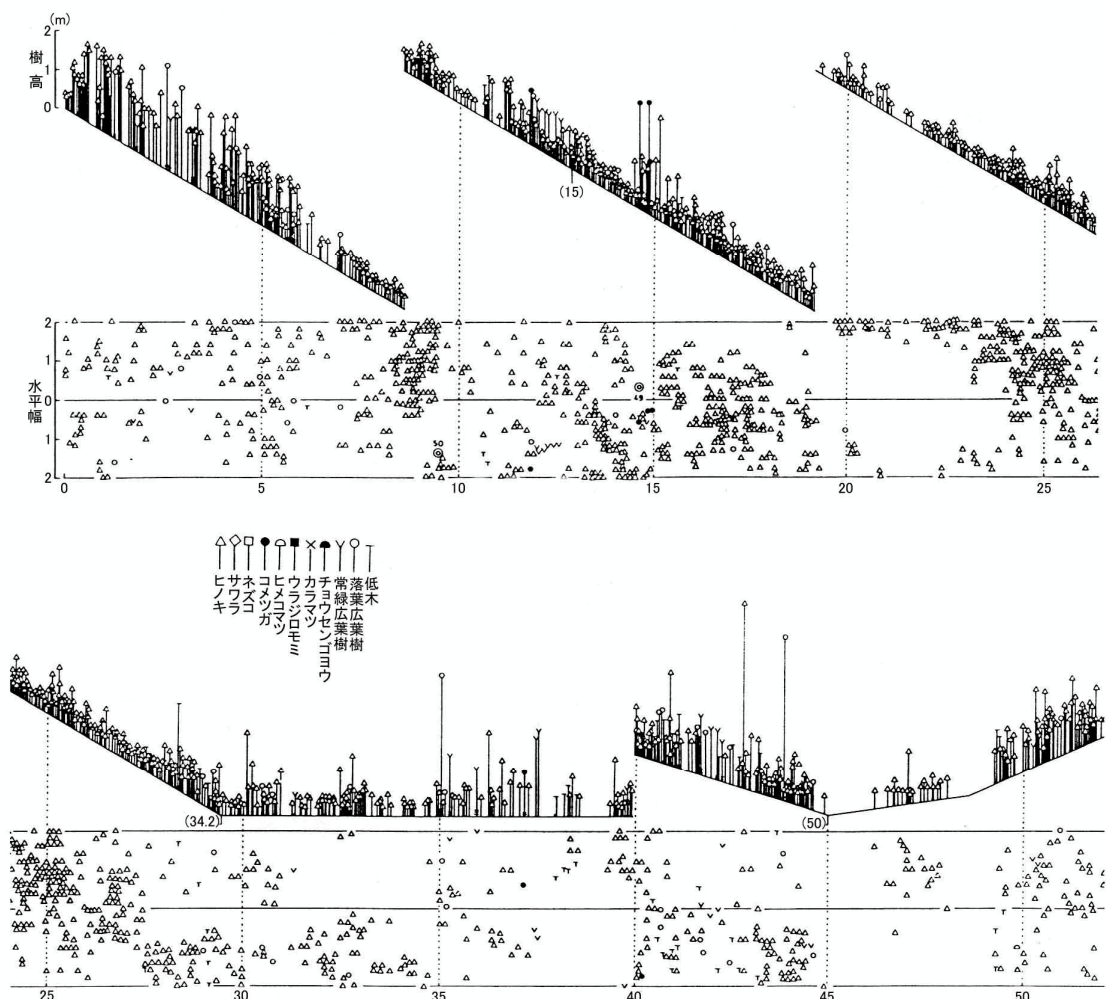
ここでは本試験地の下部、すなわち2×2mの方形プロット1の約50m下方に設けた61年ベルトにおける結果について述べる。



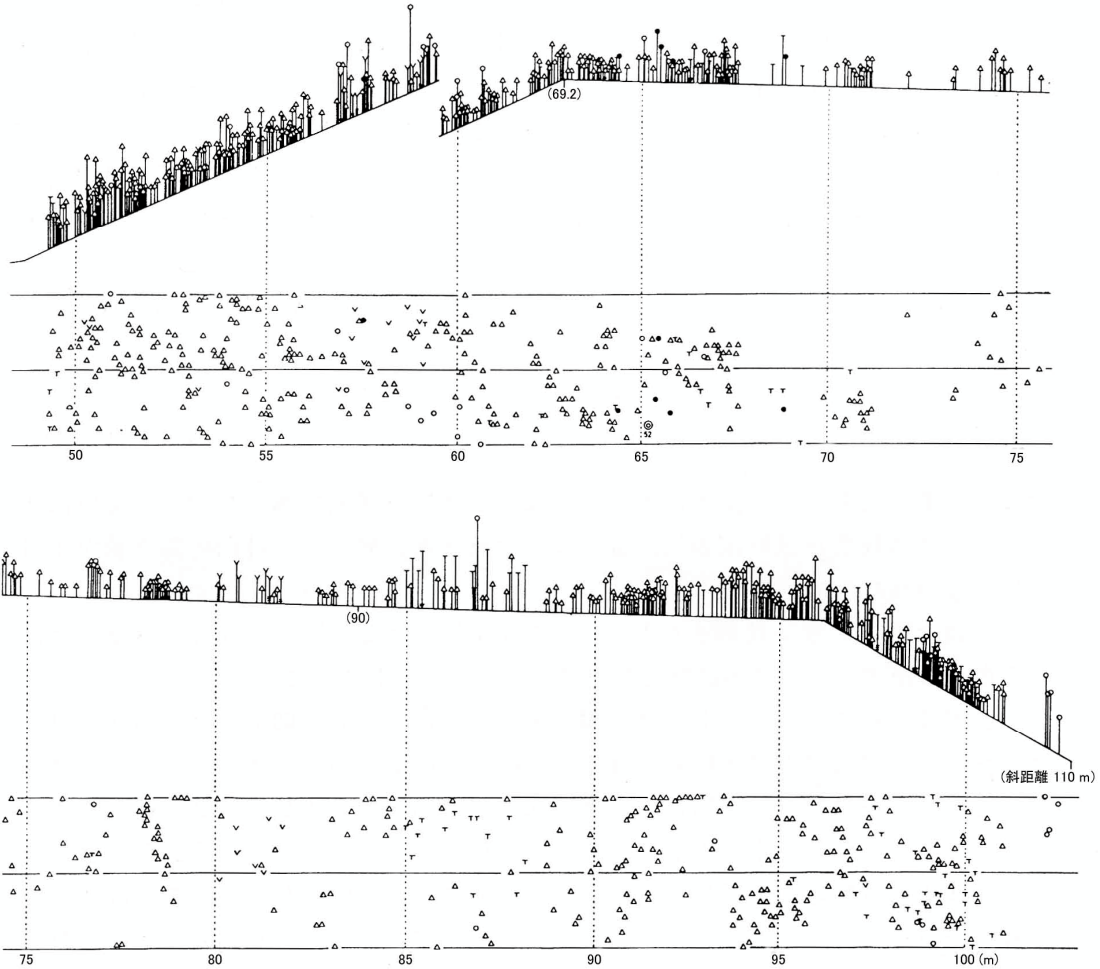
図Ⅲ-3-10 調査ベルトの位置

図Ⅲ-3-11 に、61 年ベルト内に成立する更新樹の垂直構造と水平分布を示す。全斜面長 110m のベルトプロット内には小さい谷や尾根があり、また、斜面の方位や傾斜も様々である。しかし図から明らかなように、本調査ベルト内に更新しているヒノキは多少のムラはあるものの全体的に著しく多く、これまで調査した調査地の中では当時、最多の箇所であった。特に顕著な傾向は方位とは無関係に、傾斜 20°~30°の斜面に成立本数が多かった。

ヒノキ以外の針葉樹ではコマツガ、ヒメコマツが少数成立するが、サワラやネズコは全くみられなかった。一方、上部調査ベルト内はすべてヒノキのみであったこと、また、方形プロットの調査結果からも、本試験地は主としてヒノキを後継樹とする天然生林になる可能性が高い。これは本試験地が斜面中腹より上部に位置することと、残存木の大部分がヒノキであることに起因すると思われた。したがって、天然更新による後継林の樹種構成を特定の生産目標として考慮するならば、漸伐作業の場合は下種伐時、母樹法作業の場合には保残母樹の選定時、残すべき上木の樹種構成に充分配慮しておく必要がある。



図Ⅲ-3-11 2628 林班 50%漸伐更新試験地 61 年ベルトにおける更新樹の平面分と垂直構造—その 1



図Ⅲ-3-11 同-その2

広葉樹（ツル植物も含む）は比較的少なく、ベルトプロット内に成立する主な樹種は以下のとおりである。

落葉高木ーコシアブラ、リョウブ、ダケカンバ、オオカメノキ、コミネカエデ
 落葉低木ーノリウツギ、アクシバ、ウラジロヨウラク、ミヤマシグレ、ヤマツツジ、
 タラノキ、スノキ、ウメモドキ、ホツツジ、クマイチゴ、キソキイチゴ、
 ハスノハイチゴ、ナンキンナナカマド

常緑高木ーヤマグルマ

常緑低木ークロソヨゴ、ツルシキミ

高木中、ダケカンバなどの陽性樹種は僅少で、リョウブ、オオカメノキ、コシアブラ、コミネカエデなどの落葉広葉樹と常緑のヤマグルマのような比較的耐陰性の高い樹種が多くみられた。これは50%下種伐後、部分的には風倒被害があったものの、上木の大部分が成立している状態であったため、母樹法あるいは帯状皆伐更新試験地の伐採帯のような更新地と異なり、林内の陽光量が相対的に少なかったためと考えられた。

ササはテトラピオン粒剤を1980年6月に筋状散布した後、1982年10月に残された筋に再散布し、特に本試験地の下部付近はよく抑制されていた。

ベルトプロット内に成立するヒノキの成長は、0～5m、95～100m 地点の両林縁付近と、50～60m の中央付近が比較的良好であった。これは上木の成立状態からみて、林縁は側方から中央付近は風倒被害による林冠ギャップから陽光が斜入し、成長を促したためと思われた。しかし、本調査地に成立する更新樹の大きさは、母樹法更新試験地や帯状皆伐更新試験地の伐採帯に比較し、全体的に小さい傾向がある。これは 50%の下種伐を行ったとしても、上木がほぼ全面に残存するので、当然陽光が遮断される結果、成長が抑制されるためと考えられた。

いずれにしても、上部ベルトプロット下方から下部ベルトプロット一帯にかけては、50cm 以上の稚樹で 10,000 本/ha 以上、1m 以上で少なくとも 2,000 本/ha を超えるヒノキ稚樹が成立するようになった（写真Ⅲ-3-5）。このことから、一応更新完了期と判断された。しかし、上部の 59 年ベルトの東半分は、ササの抑制が充分でなかったため、50cm 以上のヒノキ稚樹はせいぜい 500 本/ha 程度であったことから、更新未完了地と判断された。さらに、本試験地のと小班の上部はもともと下種伐率が低く、また、塩素酸塩剤の効果が不充分でササが密生していたため、更新はほとんど進行していない状況であった。

漸伐作業の体系では、下種伐後更新が完了の状態（更新樹の成立が充分で、上木の保護がなくなっても成林する可能性のある状態）に達した際、後伐（上木の全伐）を行うことになる。したがって、上述の状況を踏まえ、試験地の斜面中腹から下部、すなわち 59 年ベルト付近から下部については、更新の不充分なほ小班（風倒地でカンバ先行ヒノキ更新試験地）に接した箇所、母樹を残存させて伐採するよう昭和 61 年度報告書（1986）に提言した。さらに、図Ⅲ-3-8 に示した上部方形プロット No. 5～8 を含むと小班の上部一帯は、前述のように、不十分な下種伐とササの繁茂のため更新が著しく不良であるため、材積率 40%程度で 2 回目の下種伐と、塩素酸塩剤の再散布を要望した。さらに平成 2 年度報告書（1990）においても、更新完了地における後伐と、未更新地における 2 回目の下種伐および塩素酸塩剤の再散布を提言した。



写真Ⅲ-3-5 61年ベルト中央部（40m 地点）付近におけるヒノキ更新樹の成立状態（1986年）

1991年8月、昭和61年度報告書および平成2年度報告書における提言にもとづき、試験地中、下部に対する後伐と、上部の下種伐が王滝営林署によって実行された。

③漸伐更新試験地の後伐にともなう更新樹の損傷状態

後伐を行った区域は、と小班の中・下部で全面積は約3haである。伐採は立木売払いによったが、多少更新密度の低いほ小班に接した範囲に母樹を数本残し、他はすべて稚樹に対する特別の配慮を行わず通常の方法で伐倒した。

木曾ヒノキの伐採量は、中・下部の後伐、上部の下種伐を合わせて269.0m³であり、後伐区域において生立木は179本(60本/ha)、材積は230m³(約77m³/ha)であった。その他では枯損木が43本、材積39m³、コメツガが1本、材積0.2m³であり、すべてを合計すると本数223本(約74本/ha)、材積269m³(約90m³/ha)であった。生立木の平均材積は約1.3m³で比較的大きいが、これは下種伐時に中径木以上のヒノキを材積率で50%残した結果である。なお、伐採木の中の最大径級は66cm(樹高21m)で2本あり、その立木材積は約3m³であった。



写真Ⅲ-3-6 後伐直後の玉切りの終わった1991年9月の現況

集材は玉切り後、エンドレスタイラー方式により試験地中央を通した850mの主索集材線1本で行う計画であったが、西側(図Ⅲ-3-10の左方)の谷からの引き上げの際、その斜面上の更新樹を著しく損傷する恐れが予想されたため、急遽、直角方向への二段取りを行うこととなった。写真Ⅲ-3-6は後伐直後の、写真Ⅲ-3-7の搬出の終わった後伐後1年目の状況である。

1992年7月に、伐出にともなう更新樹の損傷調査を前述の61年ベルトと同じライン(Aライン)に加え、比較的大型の更新樹の存在する下部方形プロット付近(Bライン)の2本のラインで行った。調査の方法は以下の通りで、Aラインについては4m幅内に成立する高さ30cm以上のヒノキ更新樹の成立位置と高さを測定し、伐出にともなう枯損、折損、曲り、剥皮など



写真Ⅲ-3-7 後伐を行った翌年の状況。写真中央の大きい更新樹の成立する範囲はかつて部分的に風倒被害を受けた箇所。この約80m下方の61年ベルトで後伐にともなう損傷調査を行った（1992年）

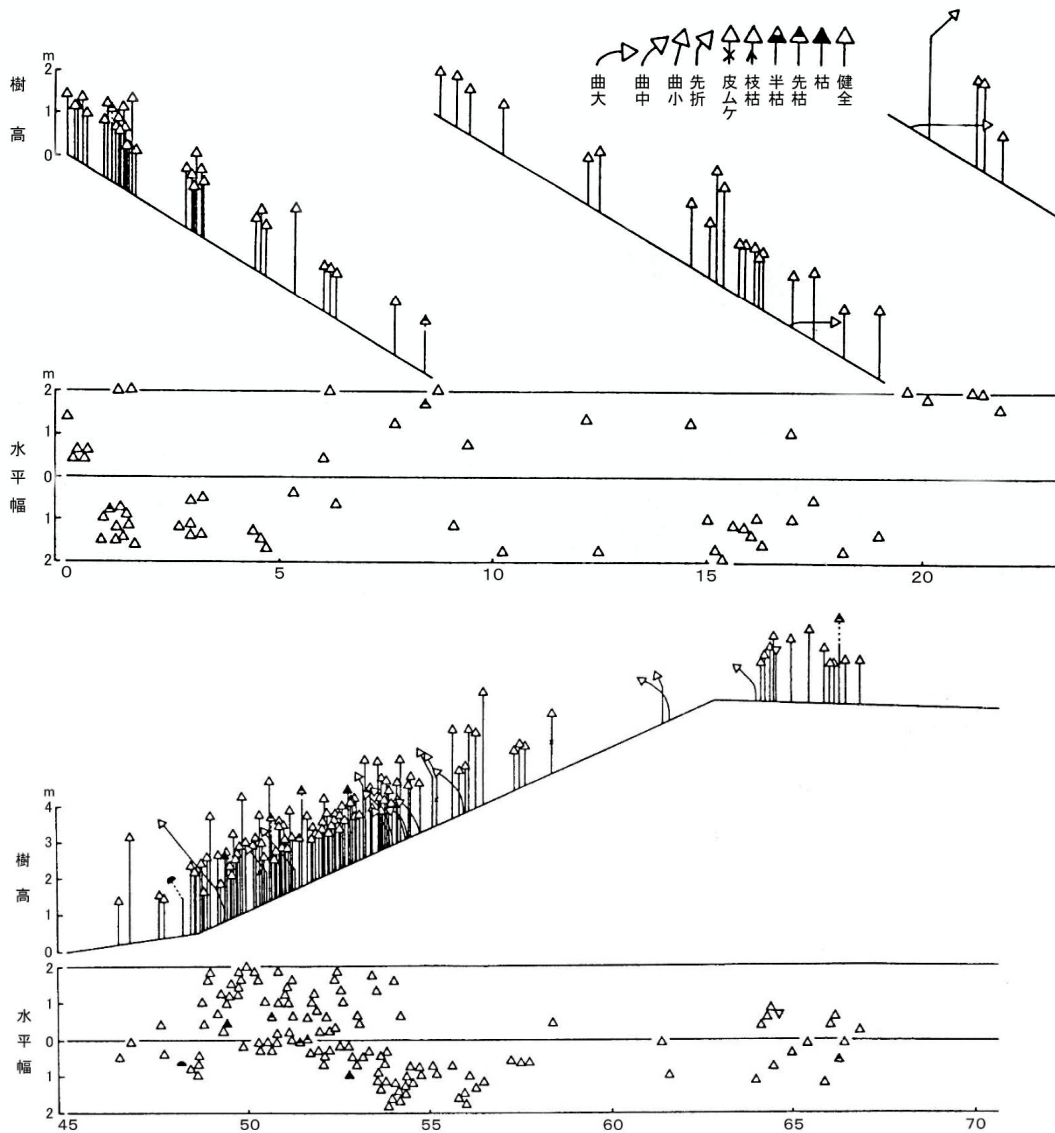
の損傷状態を調べた。Aラインの全長は水平距離で約100m（面積約400㎡）である。一方、Bラインについては更新樹が比較的大きいため、2m幅、全長15m（面積30㎡）内に成立する1m以上のヒノキについて、Aラインと同様その位置と大きさ及び損傷状態を調査した。ただし、Bラインの損傷状態を示した垂直構造図は省略する。

Aラインは距離が長いため、斜距離で0～50mをAⅠライン、50～100mをAⅡラインとし、1m以上のヒノキ更新樹の平面的位置、垂直構造及び損傷状態を図Ⅲ-3-12およびⅢ-3-13に示した。図Ⅲ-3-11に示した1986年調査時のヒノキ更新樹の成立状態に比較し、1m以上の本数は多くなっている。しかしながら、5年間の成長は2632林班の带状皆伐や2636林班の母樹法更新試験地の更新樹に比較して、目立って大きくはなっていない。これは下種伐によって疎開しているものの、日陰のある林内で成長が多少抑制されていたためであろう。

伐出にともなう損傷の現れ方は様々である。たとえば枯損には幹の全枯れ、先（端）枯れ、半枯れ、枝枯れ等、折損には幹の先（端）折れ、中間折れ、折損枯れ、剥皮は幹の上部あるいは下部、幹の曲りには大、中、小のほか根元からの倒伏等が認められた。その他カモシカ、ネズミ等による動物害もみられたが、これは伐出による傷害とは直接関係ないものの、伐倒木によりササが押さえこまれた結果、この1年間に食害を受けたものと思われた。なお、図Ⅲ-3-12、Ⅲ-3-13では、上述の被害様式を枯れと曲りを主に図示した。

AⅠラインにおける1m以上の更新樹の損傷は、図Ⅲ-3-12のようにそれほど多くない。起点から斜距離20m付近に先折れや、曲りが数本発生したほか、枯れが少し認められるに留まった。

これに対し、AⅡラインでは、斜距離55～65mおよび100m付近の傾斜面に、曲りや折れが若干多い傾向が認められた。しかし、全体的にみると集中的に傷害を受けた箇所はなく、成林



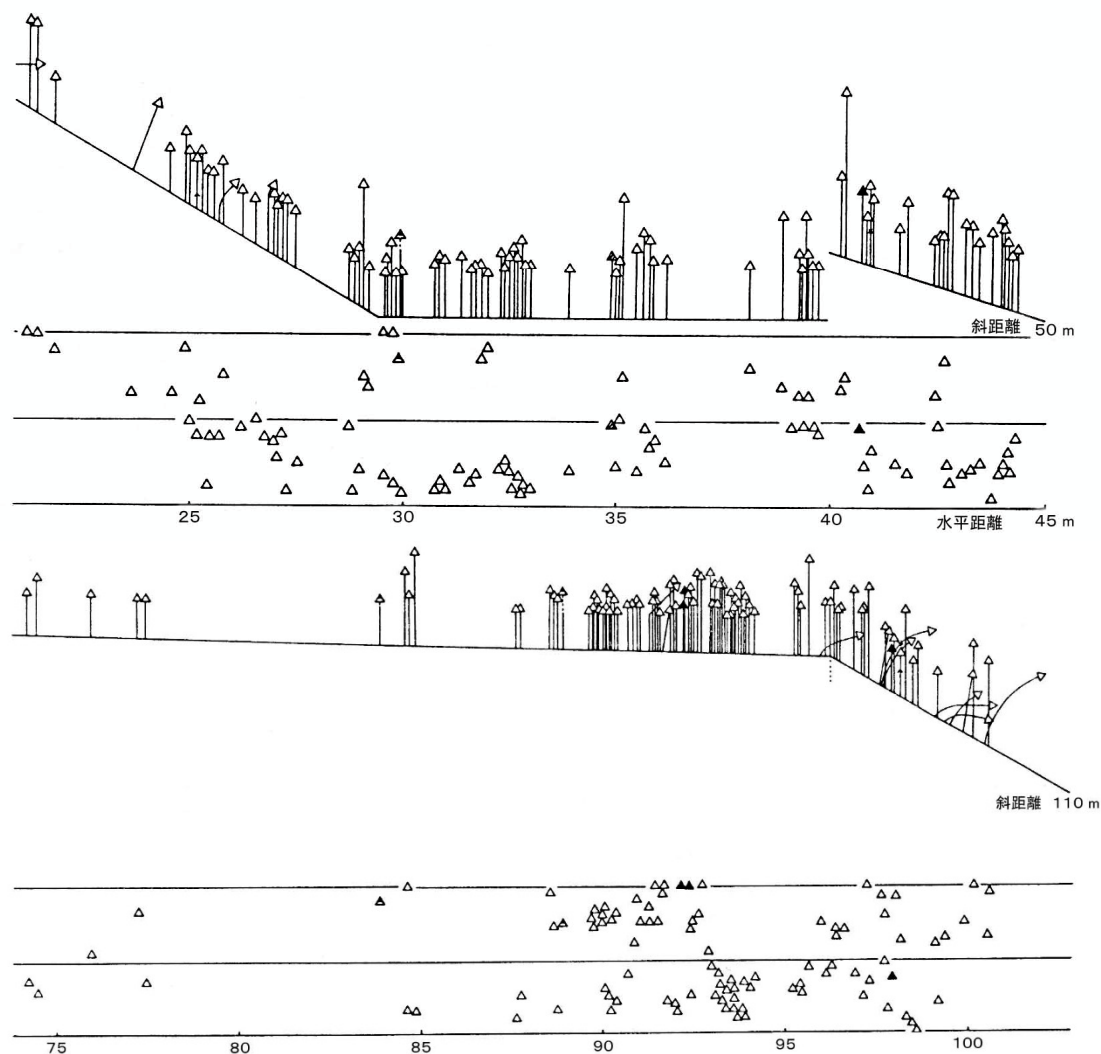
図Ⅲ-3-12 2628 林班 50%漸伐更新試験地の後伐後の A I ラインにおける更新樹の
損傷状態 (1992 年)

が危ぶまれるほどの損傷本数ではないものと考えられた。一部を除けば、むしろ適度な間引の範囲内と思われる。したがって本調査地付近は、今後、更新樹の成長による林冠層の閉鎖と、これに伴う自然間引きにより本数密度が低下していくことが予想され、ヒノキを主とした天然生林にはほぼ間違いなく成林するものと考えられた。

損傷率について述べると、更新樹の大きさが 1m 以下の損傷率はほぼ 7%弱であったのに対し、1m 以上の損傷率はいずれのラインも高かった。このうち AII ライン (50~100m) と B ラインはともに 16%強に達した。なお、全ラインの損傷率の平均は 14.2%で、1m 以下の大きさの約 2 倍であった。しかし、全更新樹の平均損傷率は約 11%で、予想以上に小さかった。かつて愛媛県別子村の住友林業別子山林の人工林における漸伐更新試験 (四手井・赤井ほか：ヒノキ林—その生態と天然更新。地球社。1974) で後伐を行ったところ、20cm 以下の稚樹は 80% ほど枯死したが、30~100cm の大きさの損傷率は 20~30%に達したことと比べ、今回の後伐

による損傷率はきわめて小さかったといえる。

これは前述したように、約 3ha の後伐区域に対し、主索と直交した二段集材法を取り入れ、更新樹を傷めないよう配慮した結果であると思われる。多少のかかり増しがあったとしても、後継樹を育てるといふ伐出技術が適用されることで、初めて天然更新技術、特に漸伐天然更新の技術体系が確立するのである。今後、進められる他林班における後伐において、本林班における集材技術を参考として実施されることを望む。

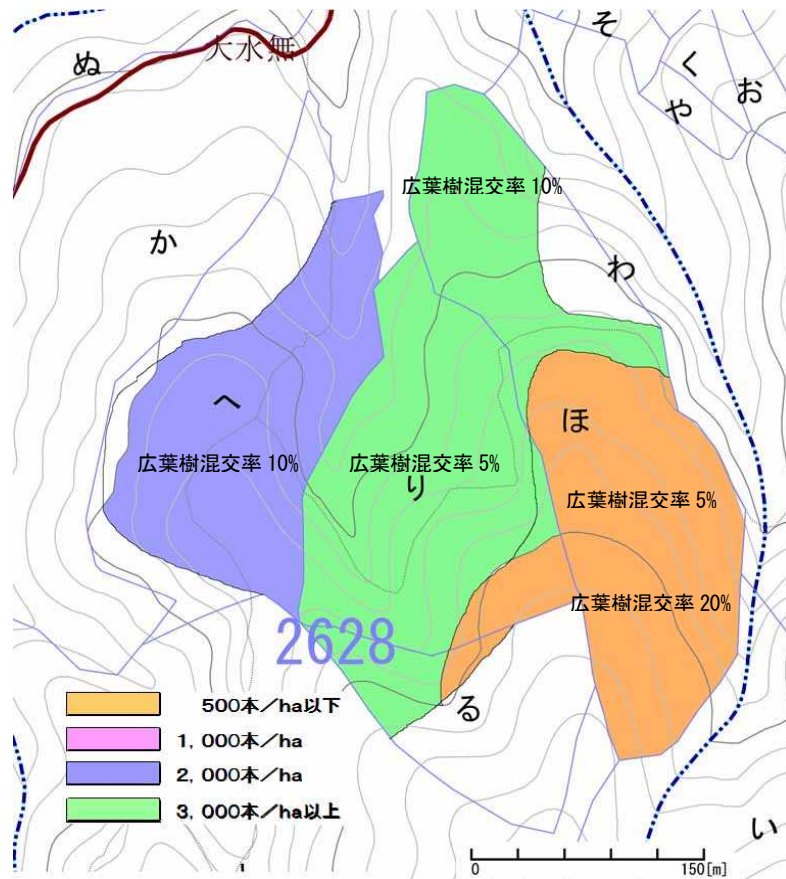


図Ⅲ-3-13 2628 林班 50%漸伐更新試験地の後伐後の AII ラインにおける更新樹の損傷状態 (1992 年)

④下種伐後 28 年を経過した後伐地における更新樹の密度分布と広葉樹の混交状態

後伐後の 6 年目にあたる 1997 年 9 月に、更新樹の成立状態を踏査した 3m 以上のヒノキ更新樹の密度分布と、外観的な広葉樹の混交率を図Ⅲ-3-14 に示した。なお、本図には同林班は、～小班のカンバ先行ヒノキ天然更新試験地における更新状態も同時に図示している。また写真Ⅲ-3-8 は、1969 年時の写真Ⅲ-3-3 と同じ箇所の状況を示した。

図から認められるように、本試験地の中央は後伐後の成長が良好で、3m 以上のヒノキが ha 当たり 3,000 本以上になった。ただし、広葉樹の混交率は大部分が 5%程度で、2632 林班帯状



図Ⅲ-3-14 2628 林班漸伐更新試験地中腹部および、ほ、へ小班のカンバ先行ヒノキ更新試験地における 3m 以上のヒノキ更新樹の密度分布と広葉樹の混交率 (p. 99 の再掲) (1997 年)



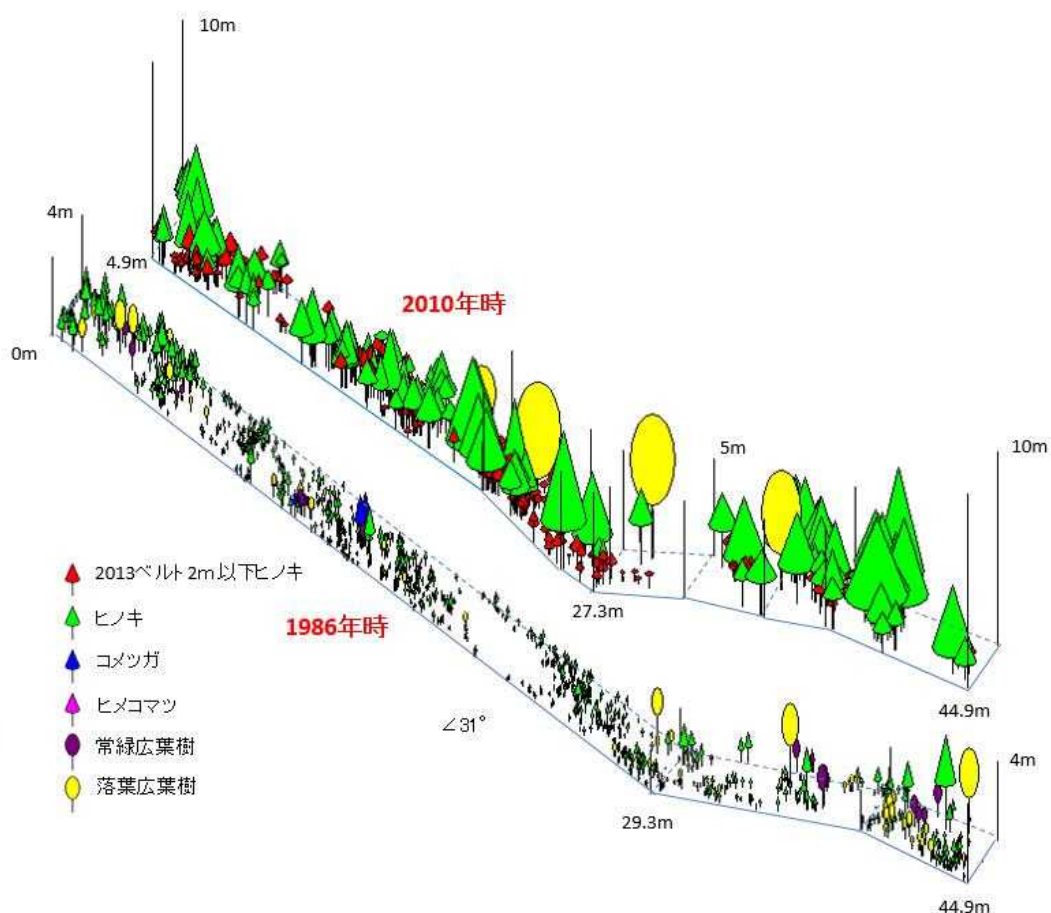
写真Ⅲ-3-8 下種伐後ほぼ 30 年 (後伐後 7 年) を経過した写真Ⅲ-3-3 と同じ箇所の状況 (1998 年)

皆伐更新試験地の伐採帯、2636 林班群状母樹法更新試験地など、他の更新試験地と比較して広葉樹の混交率は低い傾向がある。これは漸伐作業として 50%の下種伐を行った 20 年あまり、上木が存在していたため、耐陰性の大きいヒノキは生存したものの、陽性の広葉樹は成立できなかったことによるものであろう。

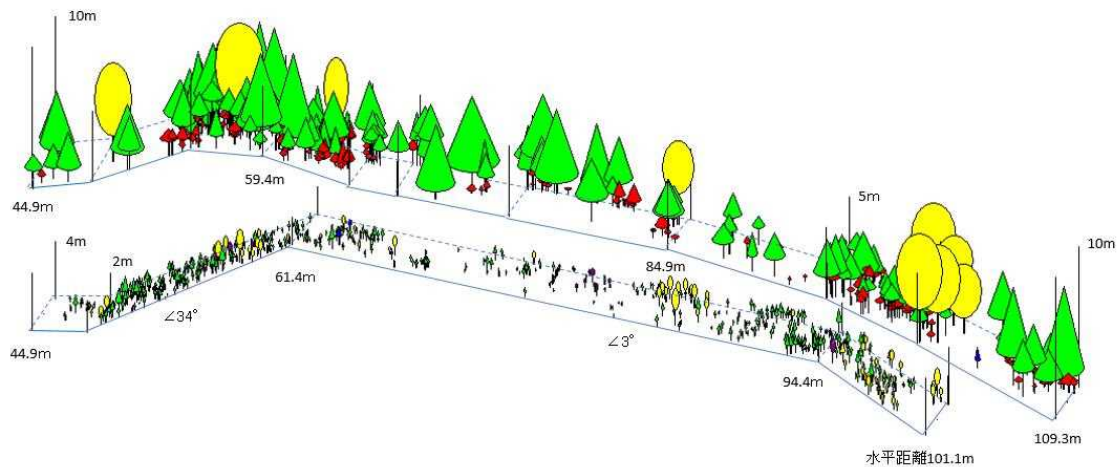
⑤下種伐後 40 年を経過した後伐地におけるヒノキ更新樹の成立状態

下種伐の 41 年後にあたる 2010 年に、ヒノキ後継樹の成立状態を明らかにするため、61 年ベルト（Aライン）における調査を行った。調査内容は、ベルトプロットの復元（中心線上に 10m 間隔でポールを設置）と、中心線の左右 2m、計 4m 幅の範囲での毎木調査で、樹高 0.5m 以上の更新樹について、根本位置、樹高、枝下高、樹冠直径（2 方向）の計測と、成立基質（倒木上、切り株上、倒木・切り株周辺、その他土壌）の記録を行った。なお、ササの繁茂状態については、平均稈高を基点から 50m 地点まで 5m 間隔の計 11 地点各点の周囲 5 箇所において計測した。

ヒノキ更新樹および他の樹種（コメツガ、ヒメコマツ、常緑広葉樹、落葉広葉樹）について、1986 年と 2010 年における位置および樹高を図Ⅲ-3-15 に示した。起点が 1986 年調査時と



図Ⅲ-3-15 2628 林班 50%漸伐更新試験地 61 年ベルトにおける更新樹の成立状態. 下種伐後 15 年（1986 年）時と 41 年（2010 年）時との比較—その 1（起点から 44.9m 地点）



図Ⅲ-3-15 同一その2 (44.9m 地点から終点)

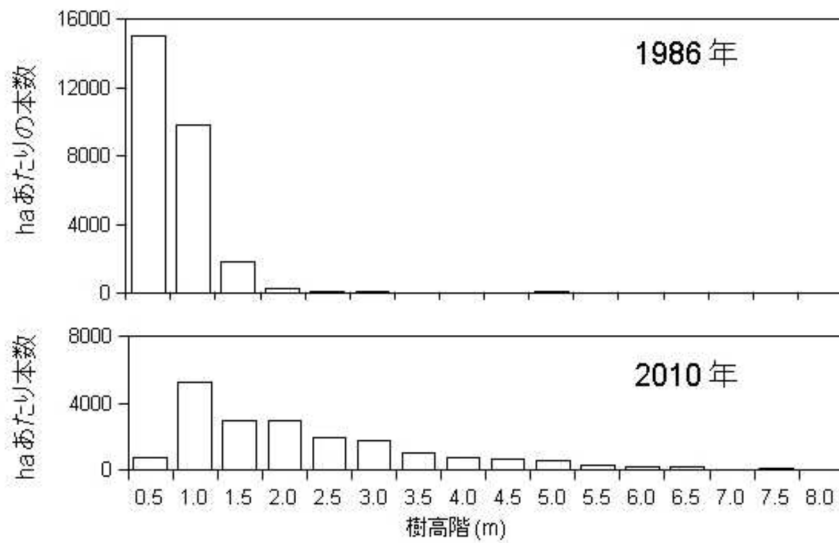
中心線方向で 5m 弱ほどズレが生じたが、概ね復元された。同図-その1 が起点から水平距離で 44.9m まで、同図-その2 が 44.9m から終点までを示した。これら図から更新したヒノキが大きく成長しており、1986 年時において高密度にヒノキ稚樹が分布していた範囲においては、2010 年現在においても比較的高い密度が維持されていた。なお、樹高 2m 以下のヒノキ更新樹について赤色の樹冠で示したが、多数のこれら小型個体が、特に始点～27.3m 地点に至る傾斜地において生育していた。

1986 年時において、比較的更新樹が低密度であった 70～80m 区間においては、2010 年には樹高 6m ほどに成長し、2m 以下の個体も少ないながら生育が確認された。今後、ヒノキ更新樹によって林冠が閉鎖するものと思われた。

図Ⅲ-3-16 に 1986 年および 2010 年におけるヒノキ更新樹の樹高階分布を示した。

調査ベルト内におけるヒノキ更新木は、1986 年に約 27,000 本/ha、2010 年に約 20,000 本/ha と、かなりの高密度であることが確認された。1986 年には更新木の大半が樹高階 1.0m 以下であったが、2010 年においては、1.0m の樹高階にピークが存在するものの、0.5m 階の個体は 1986 年に比べて著しく減少した。これは、上木の伐採によって林内光環境が改善され、これに伴って林床でササが繁茂したため、ササの被陰下では新たな更新木が定着していないものと考えられた。なお、2010 年調査時においては、ベルトプロット内をほぼ全面がササで覆われており、ササの稈高を計測した各地点における平均値は、最低で 190cm、最高で 228cm、全体の平均は 210cm であった。この結果から、ササの平均稈高を概ね越えているといえる 2.0m 階以上についてみると、6.5m 階まで途切れることなく分布していることから、今後の更新木の成長に伴い、やがては林冠が閉鎖するものと推測される。なお、ベルト内でのヒノキ更新樹の状態を写真Ⅲ-3-9～写真Ⅲ-3-11 に示した。

以上のことから、1969 年の下種伐により、前生樹に加えヒノキ実生が大量に発生、定着し、1991 年の後伐では伐採・搬出に伴う損傷が比較的軽微であったことと、より明るくなった林床において、その数を大きく減ずることなく成長したと考えられた。ササの稈高を上回るまでに



図Ⅲ-3-16 2628 林班 50%漸伐更新試験地 61年ベルトにおけるヒノキ更新樹の樹高階分布の変化



写真Ⅲ-3-9 61ベルトにおけるヒノキ更新樹の生育状態。

切り株周辺に高密度に成立したヒノキ更新樹

成長した樹高 2m 以上の更新木が、約 8,000 本/ha の密度で確認されたことから、薬剤によるササ抑制処理を伴った漸伐による天然更新試験は、本試験地において優秀な成績を収めているものと判断された。さらに、ササ稈高以下の更新樹が多数生育していることから、ある程度（樹高 1m ほど）以上に成長したヒノキは、密に繁茂したササ群落内においても生残することが示された。これら小型のヒノキの存在を考慮すると、今後は塩素酸塩剤の散布によるササ抑制処理は行わず、テトラピオン粒剤の散布によるササ抑制に切り替え、ササ群落内に生残す

る小型のヒノキ更新樹の生育環境を改善することによって、これら個体の成長を促し、林冠の鬱閉を早めることが、今後の本林分に対する技術的な選択肢としてあげられよう。



写真Ⅲ-3-10 同. 樹高 4m を越えるヒノキ更新樹も少なくない。
ササの群落高が 2m ほどであることがわかる



写真Ⅲ-3-11 同. ベルトプロットの終点付近. 樹高 5m を越すヒノキ更新樹の下に、多くのヒノキ実生が生育している

(4) 50%・60%漸伐更新試験地（第2次天然更新試験地、か小班）

図Ⅲ-3-17に示したように、2628林班か小班（6.64ha）を二分し、東側に50%下種伐、西側に60%下種伐による漸伐更新試験地において、カルチプレート粒剤の散布および伐採を実施し設定した（設置概況はp.48を参照）。以降、本試験地で実施された作業および調査の経過を表Ⅲ-3-4に示した。本試験地設定翌年においても1993年にカルチプレート粒剤が散布され、同年に稚樹の成立状態を調査するための1×2m枠の方形プロットを50%下種伐地内に2個、60%下種伐地内に4個の計6個を設置し、調査を開始した。以降、毎年調査が行われたが、1998年9月の台風7号によって本試験地は大きな風倒被害を被ったため、方形プロットでの調査は、中断せざるを得ない状況に至った。

風倒被害から2年後の2000年に風倒木の搬出が行われ、翌2001年に塩素酸塩剤250kg/ha（台帳上は199kg/ha）の散布が60%漸伐試験地において実行されたことを受け、2002年から新たに1×2m枠の方形プロットを4個設置し、稚樹の成立状態についての調査を再開した。調査は2008年まで毎年実施し、その間におけるヒノキ稚樹の消長の傾向から、2010年から隔年で調査を継続することとした。なお、50%漸伐試験地においては薬剤散布によるササの枯殺が当時未了であったこと、さらに風倒被害が著しく、母樹の成立密度が極めて低い状態となったため、新たな方形プロット設置による調査は再開していない。

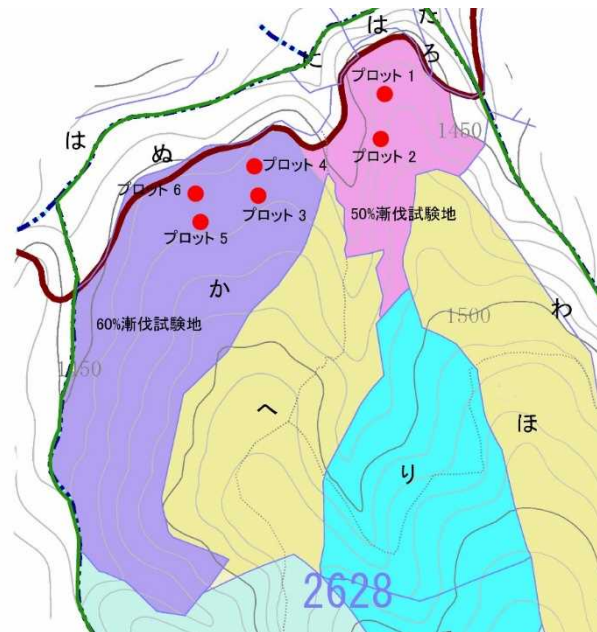
以上のような経過から、1993～1997年における調査結果と、2002年以降の調査結果とに分け、以下述べることとした。

表Ⅲ-3-4 2628林班・50%・60%漸伐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
1992	H.4	伐採		
		薬剤散布	カルチプレート, 250kg (51kg/ha)	
1993	H.5	調査	稚樹の成立状態 (1×2m, 6プロット)	8-10
		薬剤散布	カルチプレート, 190kg (-)	
1994	H.6	調査	稚樹の成立状態 (1×2m, 6プロット)	11-13
		薬剤散布	塩素酸塩剤, 1,098kg (225kg/ha)	
1995	H.7	調査	稚樹の成立状態 (1×2m, 6プロット)	6-8
1996	H.8	調査	稚樹の成立状態 (1×2m, 6プロット)	5-7
1997	H.9	調査	稚樹の成立状態 (1×2m, 6プロット)	3-5
2001	H.13	薬剤散布	塩素酸塩剤, 970kg (199kg/ha)	
2002	H.14	調査	稚樹の成立状態 (1×2m, 4プロット)	5-6
2003	H.15	調査	稚樹の成立状態 (1×2m, 4プロット)	
		薬剤散布	塩素酸塩剤, 410kg (227kg/ha)	
2004	H.16	調査	稚樹の成立状態 (1×2m, 4プロット)	10-12
		薬剤散布	塩素酸塩剤, 410kg (227kg/ha)	
2005	H.17	調査	稚樹の成立状態 (1×2m, 4プロット)	14-16
2006	H.18	調査	稚樹の成立状態 (1×2m, 4プロット)	13-16
2007	H.19	調査	稚樹の成立状態 (1×2m, 4プロット)	20-26
2008	H.20	調査	稚樹の成立状態 (1×2m, 4プロット)	8-14
2009	H.21	薬剤散布	塩素酸塩剤, 1,500kg (226kg/ha)	
2010	H.22	調査	稚樹の成立状態 (1×2m, 4プロット)	2-9
2011	H.23	薬剤散布	塩素酸塩剤, 1,010kg (250kg/ha)	
2012	H.24	調査	稚樹の成立状態 (1×2m, 4プロット)	3-10
2014	H.26	調査	稚樹の成立状態 (1×2m, 4プロット)	3-11

①1993～1997年調査結果にみるヒノキ稚樹の発生、成立の経過

1993年、本試験地内の図Ⅲ-3-17に示した50%漸伐試験地に2箇所（プロット1、2）、60%漸伐試験地に4箇所（プロット3～6）の方形プロット（1×2m）が設置された。なお、これらプロットの設置においてササの成立状態が考慮された。プロット1と2、プロット3と4、プロット5と6がそれぞれ斜面の上部、下部で対となっている。斜面上部に位置するプロット2、3、5はササ密生地、下部に位置するプロット1、4、6はササが疎生あるいは枯殺地である。写真Ⅲ-3-12は、プロット設定当時の、50%漸伐更新試験地の林内の状況である。



図Ⅲ-3-17 2628林班50%・60%漸伐更新試験地（第2次天然更新試験）に設定した1×2m方形プロットの位置



写真Ⅲ-3-12 2628林班50%漸伐更新試験地の林内（1993年）

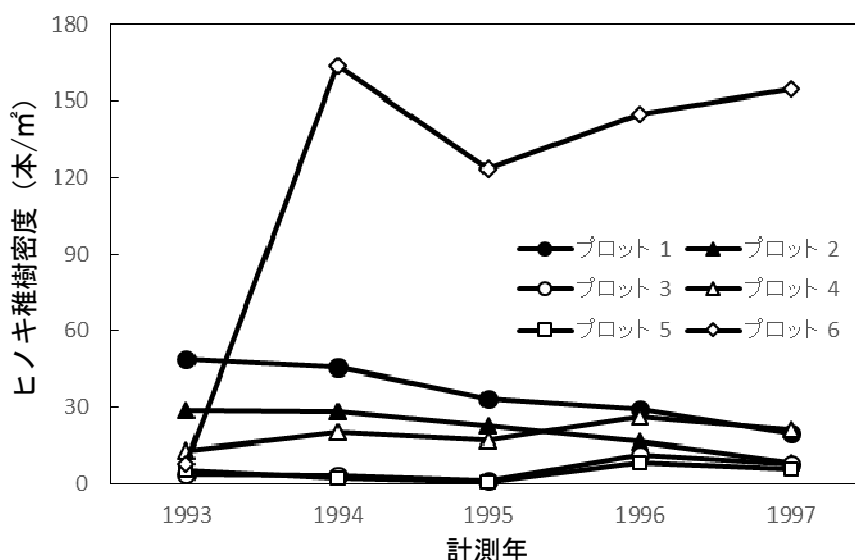
図Ⅲ-3-18は、方形プロット毎のヒノキ稚樹密度（本/m²）の変化を示したものである。調査開始時の1993年、50%漸伐区内のプロット1、2のヒノキ稚樹密度は、60%漸伐区内のプロット3~6に比べ高く、また、ササが繁茂する斜面上部よりもササが疎生、または枯殺状態の下部の方形プロット（プロット1）において、ヒノキ稚樹密度が高い傾向が認められた。

1994年にかけて、60%漸伐区のササによる被圧のない斜面下部の方形プロットで増加し、特にプロット6では急増した。その理由は明らかではないが、近隣する母樹からの種子散布量が多かったのではないかと考えられた。その他の方形プロットにおいては僅かに減少する傾向が認められた。これら方形プロットでの減少は、ササの再生と繁茂によるものと考えられ、塩素酸塩剤の散布が実施された。

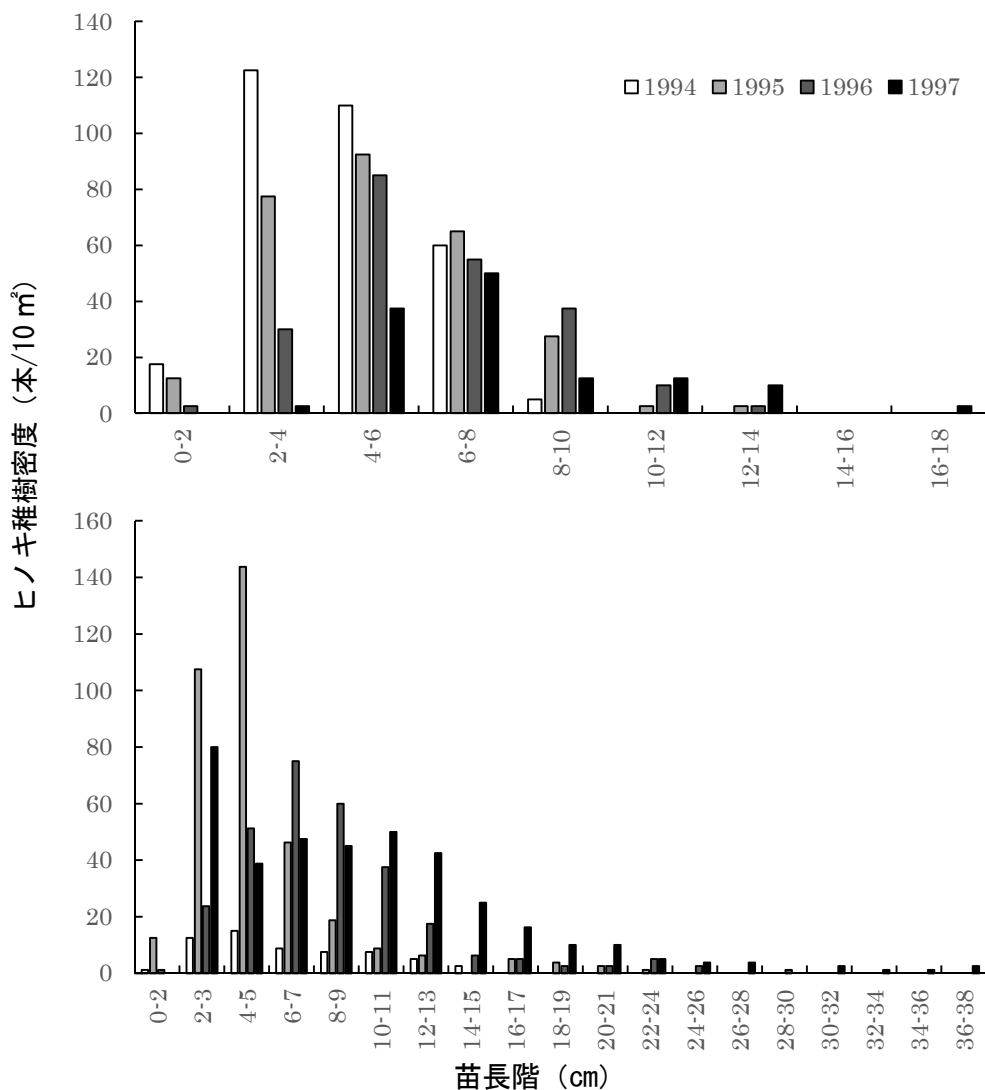
塩素酸塩剤の散布の効果も含め調査された1995年時、全ての方形プロットにおいてヒノキ稚樹が減少した。塩素酸塩剤によるササ抑制においてムラが生じており、ササによる被圧が回避できなかったものと考えられたが、ササが疎生の状態の方形プロットにおいても同様にヒノキ稚樹密度が低下したことから、塩素酸塩剤による影響も無視できないものと思われた。また、当年生実生の発生が全く認められなかったことから、前年の1994年はヒノキ種子の凶作年であったものと考えられた。

1996年では、50%漸伐区の方形プロットにおいてヒノキ稚樹が微減し、特にササが密生しているプロット2では全く当年生個体の発生は認められなかった。一方、60%漸伐区においては、全方形プロットでヒノキ稚樹が増加した。これは、塩素酸塩剤によるササの抑制効果に加え、前年の1995年がヒノキ種子豊作年であったためと考えられた。

1997年においても50%漸伐区ではヒノキ稚樹が引き続き微減していた。また、60%漸伐区のプロット3~5においても微減傾向にあり、プロット6のみが増加していた。しかしこの増加は、枯死個体数を新生稚樹数が上回った結果であった。また、斜面上部のプロット3、5では、ササ抑制後に成立した個体がほとんどであったため、小型であり、今度ともササの抑制を適切に行わなければ消失する可能性が高いものと指摘された。



図Ⅲ-3-18 2628 林班 50・60%漸伐更新試験地の1×2m 方形プロットにおけるヒノキ稚樹密度の経時変化

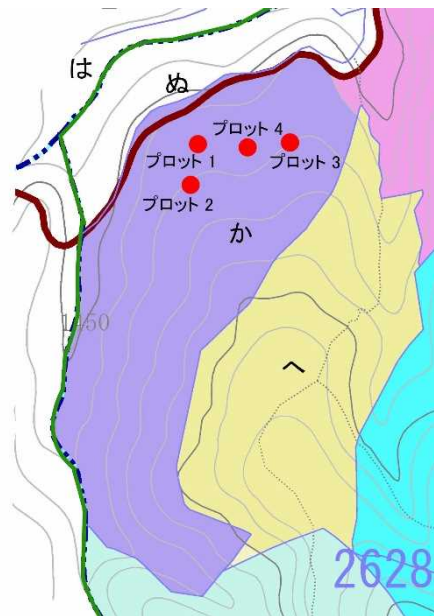


図Ⅲ-3-19 2628 林班 50・60%漸伐更新試験地の 1×2m 方形プロットにおけるヒノキ稚樹苗長分布の経時変化 (上図: 50%漸伐区, 下図 60%漸伐区)

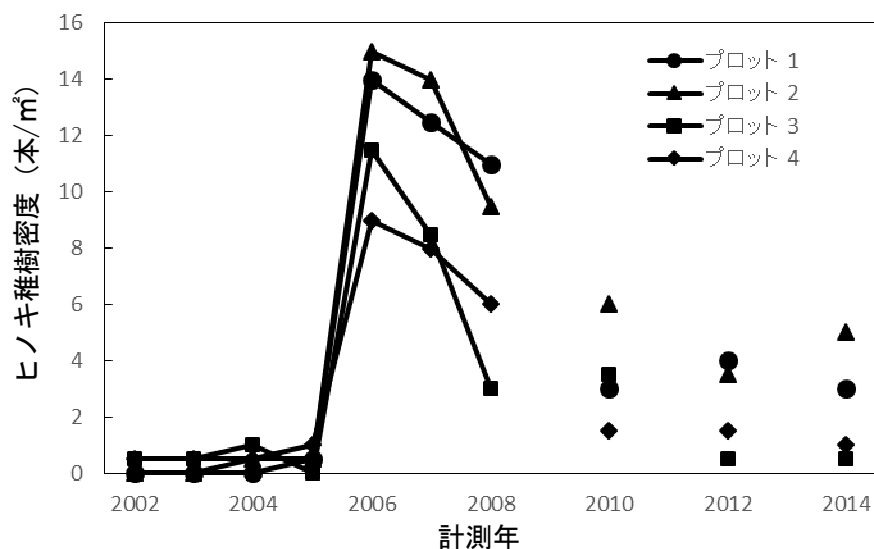
図Ⅲ-3-19は、ヒノキ稚樹苗長分布の経時変化を、50%漸伐区(プロット1、2)、60%漸伐区(プロット3~6)毎に示したものである。両区において、年々ヒノキ稚樹に進級が認められ、大型のサイズへと分布範囲が広がったことから、本試験地におけるヒノキ稚樹の伸長成長は順調であると判断された。特に60%漸伐区においては、1997年時に30cm以上の個体が7.5本/10m²(7,500本/ha)にも達した。先述のように、ササの繁茂が著しい斜面上部では、斜面下部と比較して低密度であるなど、プロット間で疎密が生じているものの、ササの抑制を適正に実施することで、ヒノキ稚樹の密度ムラを改善できるものと考えられた。これに加え、同林班り・る小班において先行し実施されている50%漸伐更新試験の結果から、漸伐更新施業法は、標準的な木曾ヒノキ天然更新作業法の一つの技術体系となるものと、平成9年度報告書(1997)に記されている。しかしながら、翌1998年に当地を襲った台風7号により、本試験地において風倒被害が発生し、母樹の多くを失うことによって、調査を中断せざるを得ない状況となったのは残念でならない。

②2002年以降の調査結果にみるヒノキ稚樹の発生、成立の経過

1998年の台風7号による母樹風倒被害により調査が中断されていたが、2001年に塩素酸塩剤が散布された。これを受け、翌年の2002年、図Ⅲ-3-20に示したように60%漸伐試験地内4箇所に、新たなプロット1~4の方形プロット(1×2m)を設置した。更新稚樹の成立および生育に関する調査は、2008年まで毎年実施し、以降2010年から隔年で行われている。



図Ⅲ-3-20 2628林班60%漸伐更新試験地(第2次天然更新試験)に新たに設定した1×2m方形プロットの位置



図Ⅲ-3-21 2628林班60%漸伐更新試験地の方形プロットにおけるヒノキ稚樹密度の経時変化

図Ⅲ-3-21に方形プロット毎のヒノキ稚樹密度(本/m²)の変化を示した。調査再開から2005年にかけての3年間においては、いずれのプロットにおいても1.0本/m²以下の低い密度の状態が推移した。これは風倒によって母樹密度が著しく低下したことによるものと思われる。これら方形プロットによる調査継続について再検討することも考えられた。しかしながら2005

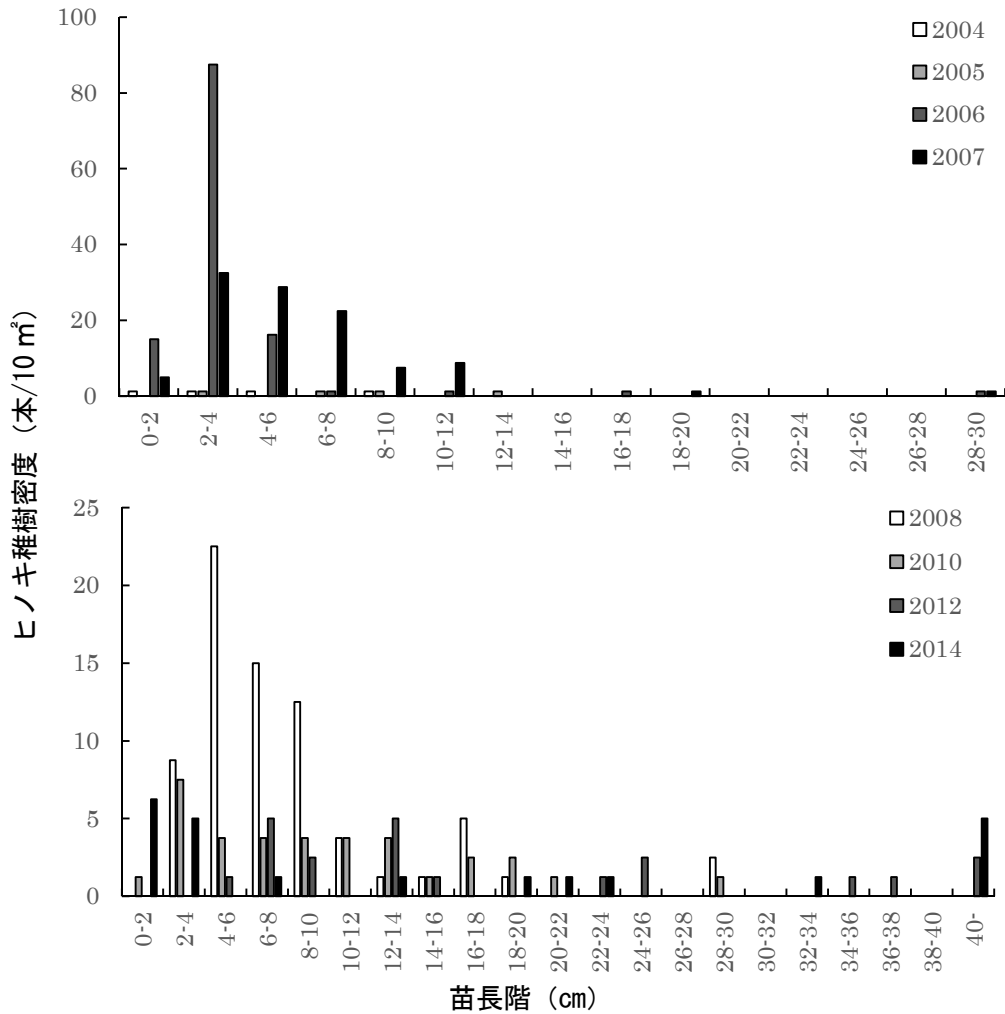
年はヒノキ種子の豊作年であったため、2006年において、9.0～15.0本/m²ものヒノキ実生が発生した。その後は潤沢なヒノキ種子の供給がないこともあって、いずれの方形プロットにおいても2012年まで減少が続き、0.5～4.0本/m²にまで低下した。さらに2014年にかけてプロット2においてのみわずかに高まったが、プロット1, 4で減少、プロット3で横ばいに推移した。このことから、母樹密度の低下によりヒノキ更新は厳しい状況となっているものと思われた。なお、写真Ⅲ-3-13は、2014年時における試験地の状況で、風倒被害前の写真Ⅲ-3-12と対比するまでもなく、極めて母樹密度が低くなっていることがわかる。



写真Ⅲ-3-13 2628林班60%漸伐更新試験地の状況(2014年)

図Ⅲ-3-22に、2004年以降のヒノキ稚樹苗長分布の経時変化を示した。この図からも2005年までは低密度で推移し、2006年に4cm未満の小型のヒノキ稚樹が急増してことがわかる。その後、密度を低下させながらも残存したヒノキ稚樹の成長が良好であることが示されている。2012年において40cm以上に達した個体が認められ、3本/10m²(3,000本/ha)に、さらに2014年には5本/m²(5,000本/ha)に達した。なお、2014年において最長の個体は90cmほどであった。このような順調な成長は、上木の母樹が減少することによって光環境が大きく変化したことによるものと考えられた。写真Ⅲ-3-14は比較的大型なヒノキ個体の生育状況を示したもので、2009年および2011年に塩素酸塩剤を散布することによって、ササの繁茂が抑制されたため、ヒノキ個体の散在を容易に確認することができる。しかしながら、これらヒノキの分布は一様ではなく、写真Ⅲ-3-15にみられるように集中班を形成していた。したがって、今後は50～100mスケールでのベルトトランセクトを設置し、より大きなスケールでの更新状況調査を実施することが適切であろう。

伐採後に風倒害を受けた本試験地と類似するものとして、2631林班人工播種更新試験地があげられる。これらの試験地は、いずれも1998年の台風7号により風害を受けたものである。



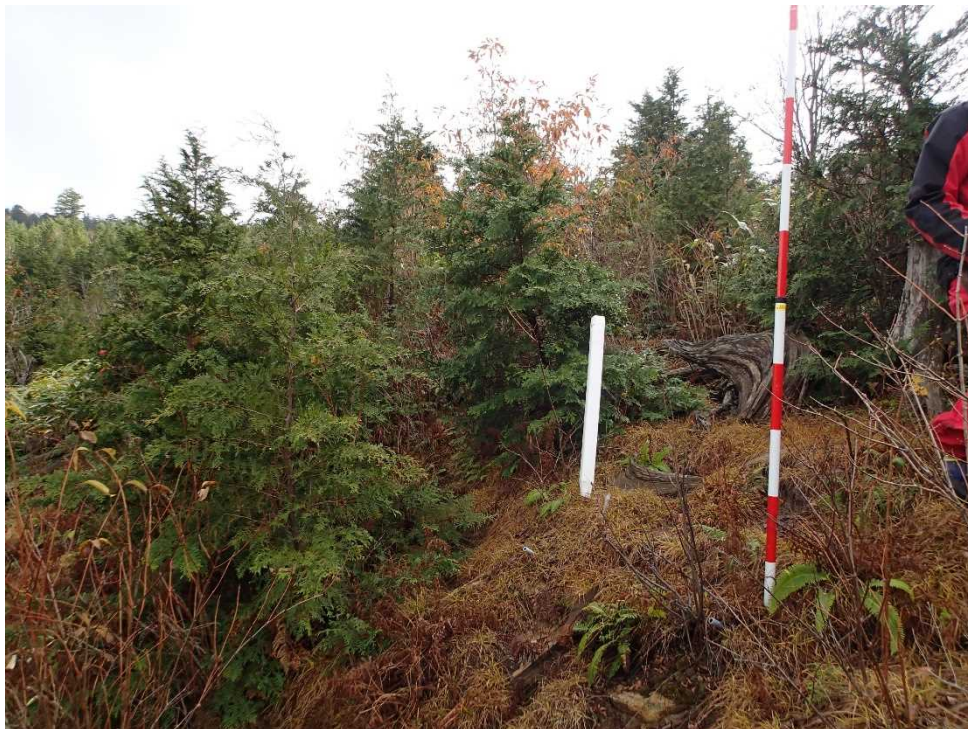
図Ⅲ-3-22 2628 林班 60%漸伐更新試験地の方形プロットにおけるヒノキ稚樹苗長分布の経時変化

2631 林班では p. 164~175 に記したように、当初、魚骨状伐採更新試験地として設定されたものの更新は進まず、10%保残群状母樹法更新試験地に切り替えられた。しかし、伐採翌年の母樹の風倒被害発生により天然更新が望めなくなったため、現在行われている人工播種更新試験地に再設定された。この経緯から、母樹が低密度となった時点において、更新樹がほとんど生育していなかったものと推察された。一方、本試験地においては、漸伐から風倒被害発生にまで約 6 年の間隔があり、この間にあたる 1995 年に多くの実生が発生したこと、および伐採後のヒノキ苗長分布 (図Ⅲ-3-19) から、調査再開時においては、前生樹が生育していたものと考えられる。

2631 林班では更新樹密度が低く、今後とも人工播種の継続が必要とされているのとは異なり、本試験地では先述したように、40cm 以上の個体が 5,000 本/ha に達しているのは、伐採と風倒被害発生とのタイミングの差異に起因しているのではないかと考えられる。



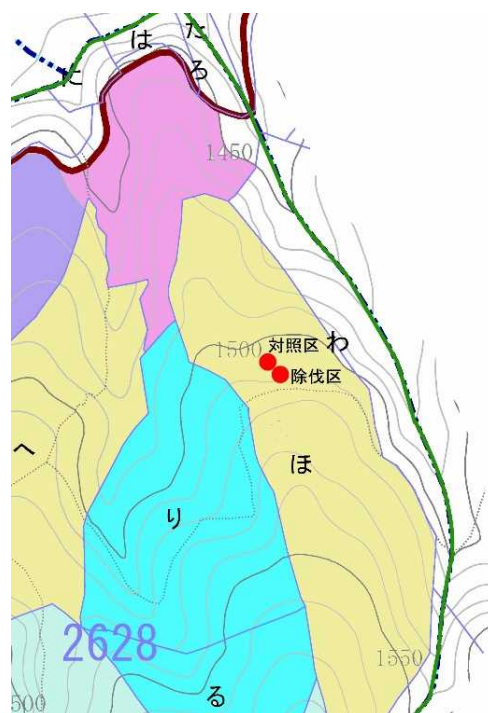
写真Ⅲ-3-14 2628 林班 60%漸伐更新試験地におけるヒノキ更新樹の生育状況. ヒノキ更新樹が散在 (2014 年)



写真Ⅲ-3-15 2628 林班 60%漸伐更新試験地プロット 3 近傍におけるヒノキ更新樹の集中班 (2014 年)

(5) 除伐試験地（ほ小班）

天然更新地において高密度にヒノキ更新樹が成立した場合、これら樹木集団に対し、不良個体の除去および競争を緩和させる間引き、いわゆる除伐作業の是非について検討する必要性が生じた。そこで、この検討を行うための基礎的知見を得ることを目的として、除伐試験地が1994年に設定された（設置概況は p. 55～56 参照）。場所は2628林班ほ小班的カンバ先行ヒノキ更新試験地内で、図Ⅲ-3-23に示しように、除伐区と対照区それぞれ1区が隣接し位置する。

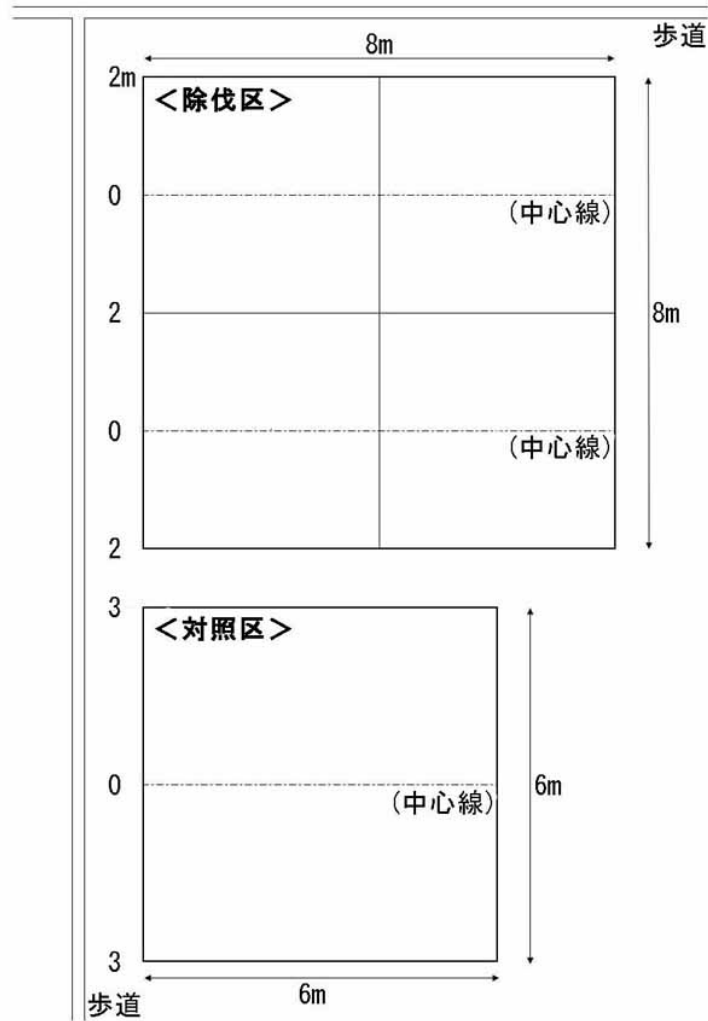


図Ⅲ-3-23 2628林班カンバ先行ヒノキ更新試験地内に設定した除伐試験地（除伐区と対照区）の位置（p. 55の再掲）

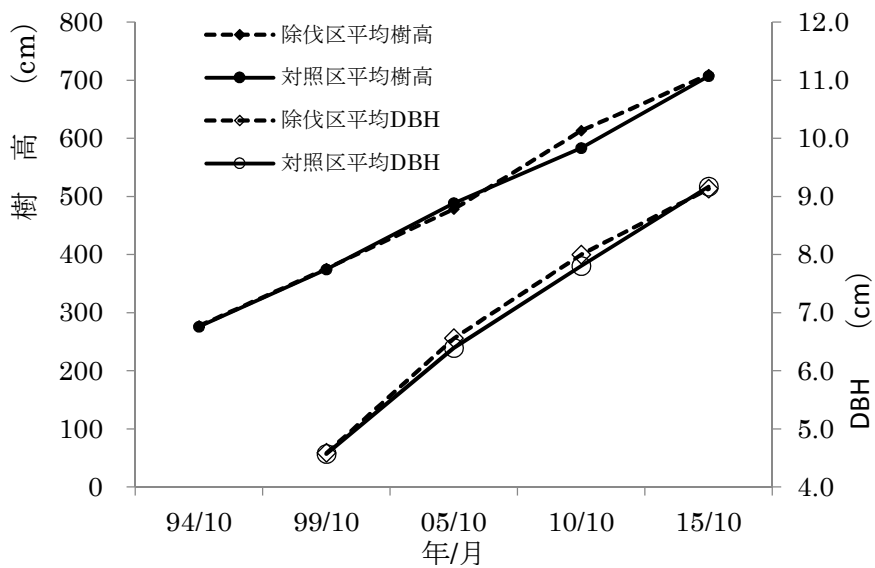
除伐区では、樹高2m以上で形質の良いヒノキ更新樹ha当たり5,000本を、均等に残すように配慮して除伐を実行した。なお、選木にあたりほぼ等間隔に更新樹を残すことが困難な箇所については、2mに達しないものも一部保残木とした。当初保残木の本数はha当たり5,150本、平面分布はほぼ一様で、高さの分布は正規型であった。除伐区の保残木と対比させるため、対照区内に保残木と同じ基準で選木し、これら個体にはナンバープレートを付し、他の個体と区別した。

除伐区の大きさは（図Ⅲ-3-24）1.5m以上の全更新樹と保残木の位置と高さを測定した。一方、対照区の大きさは6×6m（36㎡）で、斜面上部と下部に2分割し、除伐区と同様に調査を実施した。なお、除伐区の保残木と対照区のマーキング木が、どのような成長経過をたどるか、試験地設定後少なくとも10年目あるいは20年目まで追跡調査を行い、除伐作業の是非を検討する必要があるとされた。調査は、調査区を設定した1994年から開始され、その5年後の1999年、11年後の2005年、16年後の2010年、21年後の2015年に実施した。

本試験地における塩素酸塩剤等の散布履歴については、前述のカンバ先行ヒノキ更新試験地（p. 96～102）を参照されたい。

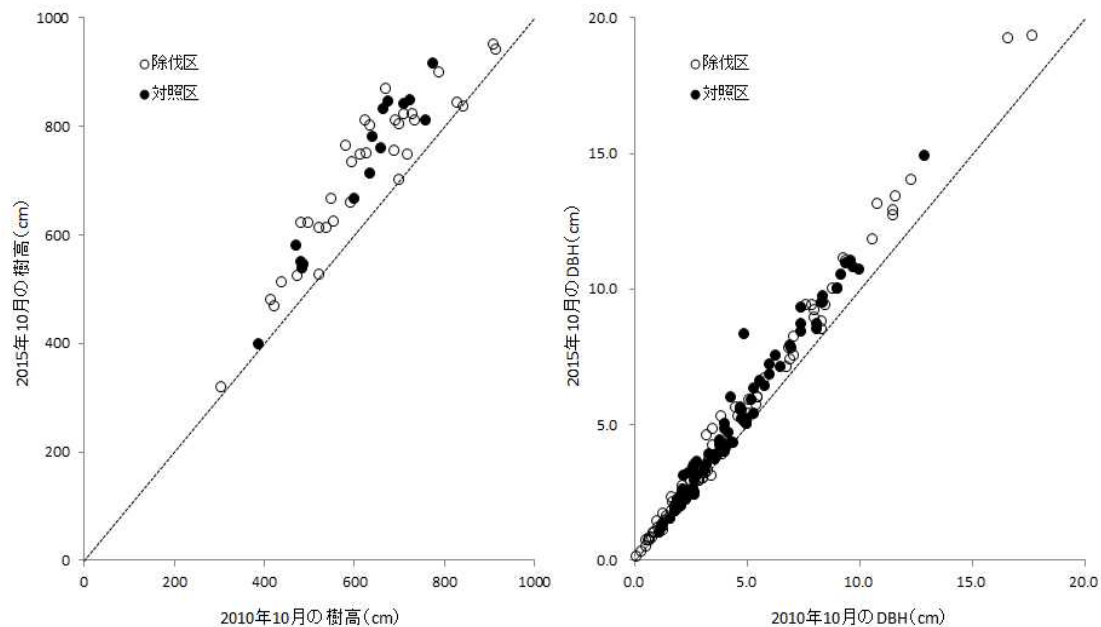


図Ⅲ-3-24 除伐試験地・除伐区と対照区の調査区レイアウト



図Ⅲ-3-25 除伐試験地における除伐区（保残木）および対照区（マーキング木）の樹高，胸高直径の経時変化

図Ⅲ-3-25 経時変化を示した。2005年10月までは両区間で明瞭な差異は認められなかったが、2005年10月から2010年10月にかけて、平均樹高、平均胸高直径ともに除伐区の方がより大きな値となった。これらは有意な差とは言えないが、胸高直径において低密度な除伐区が高密度な対照区よりも大きくなることは、密度効果の理論に矛盾しないものである。しかしながら、2015年10月調査時において、平均樹高、平均胸高直径ともに区間差はほとんどなくなった。



図Ⅲ-3-26 除伐試験地における最近5年間の樹高および胸高直径の比較

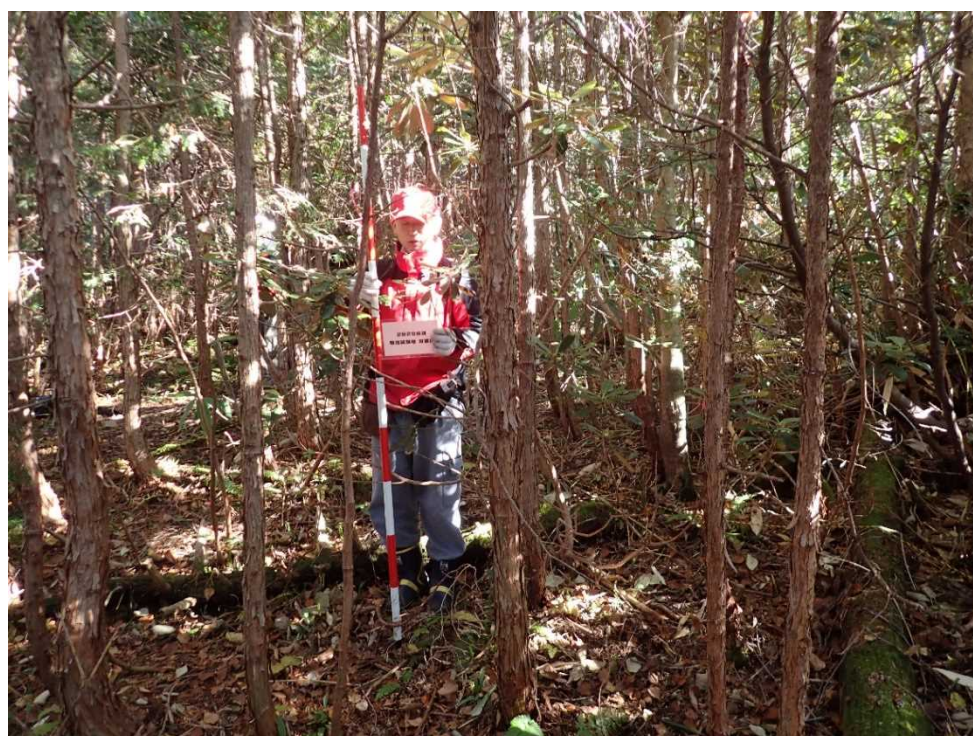
図Ⅲ-3-26 に、最近5年間（2010～2015年）の樹高および胸高直径の比較を示した。○は除伐区、●は対照区である。これら図からも伸長成長、肥大成長ともに、除伐区と対照区間に明らかな差異は認められなかった。

以上の結果から、除伐区の保残木の肥大成長が大きく、対照区に比べ年輪幅が広くなり、このため除伐は天然木である「木曽ヒノキ」の価値を低下させることはないものと考えられる。しかし、このことは換言すると除伐の効果は認められないということであるから、あえてコストを払って除伐を実施する意義は、少なくとも上木の成長という観点からはないと言える。

さらに最近5年間における下層に生育していたヒノキの枯死数（消失個体数含む）を見てみると、除伐区では106個体中10個体が、対照区では98個体中9個体が枯死した。枯死率で示すと、除伐区で9.4%、対照区で9.2%となり、両区においてほぼ同様の値となった。除伐時では林冠が疎開し、そのことによって下層における光環境は改善したと思われる。しかしながら、現在においてヒノキ更新樹集団における枯死率にほとんど差が認められないことから、除伐後約20年を経過し、林内光環境に顕著な差異はなくなったものと思われる。なお、写真Ⅲ-3-16、写真Ⅲ-3-17にそれぞれの区の現況を示した。除伐区においてササの生育が見られるが、これは除伐により一旦、林内が明るくなった影響と思われる。



写真Ⅲ-3-16 2628 林班除伐試験地・除伐区の林内の状況（2015年10月）



写真Ⅲ-3-17 2628 林班除伐試験地・対照区の林内の状況（2015年10月）