

「受光伐を2回実施したヒノキ複層林の下木成長と被害」

関東森林管理局森林技術・支援センター 業務係長 須崎智応
森林技術専門官 安藤博之

1. はじめに

筑波山東斜面に位置する『複層林試験地』では、石岡市側からの要請により景観に配慮した、非皆伐で更新を行なう複層林施業を採用しました。この試験地内では1981年より約35haの区域で、8種20区画の複層林が造成されています。複層林施業は皆伐一斉造林と異なり、受光伐の実施時期は下木の成長状態に常に配慮しなければならず、伐採時においては下木の位置関係を意識し、細心の注意を払い受光伐を実行しなければなりません。皆伐一斉造林より集約的な作業を求められ、適切に管理することは難しい一面があります。また、下木の成長を確保するためには、受光伐の実施が不可欠であると考えられます。したがって、上下二段型の複層林において複数回の受光伐を実施した林分で、下木の被害や成長についての知見を明らかにすることが重要となっています。今後、複層林を適切に管理していくために、下木の成立状況及び下木の置かれている状況から、どのような点に注意を払うべきか検討を行ないました。

2. 調査地と施業履歴

調査地は茨城県中央部に位置する、石岡市横道国有林内の筑波山東斜面に位置します(図-1)。上木はヒノキ・サワラで植栽年は1901年となっており、現在114年生の林分です。下木はヒノキで1981年に植栽され、現在34年生の複層林となっています(表-1)。方

位は北東向き斜面で、傾斜20度、標高は350mで、地質は更新世の堆積物で土壌はB₀型土壌となっています。

1901年にヒノキ・サワラを植栽した後、1975年及び1980年に間伐を実施し、上木の本数を422本/haに調整した区画(以下、「400本区」とする)が調査対象林分となります。この複層林は、1981年に下層木としてヒノキを2500本/ha植栽し、その後2000年、2007年に受光伐を実施し、上木の密度は255本/haに設定されました。

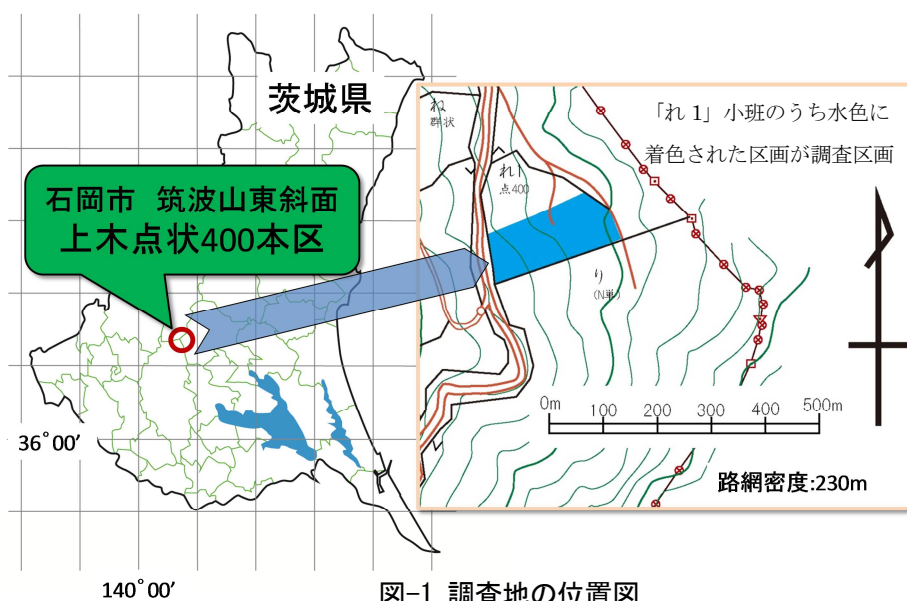


図-1. 調査地の位置図

表-1. 調査地の立地

横道国有林 223れ1	
植栽年	1901/1981
林齢	114/34 年生
方位	E20°N
傾斜	20°
標高	350m
地質	更新世(堆積物)
土壌	BD

3. 調査方法

1999年から400本区の区画内に幅約40m、長さ約110m(0.43ha)の調査区を設置し、区域内の上木、下木のヒノキの胸高直径・樹高を測定、及び下木の被害状況を記録し、立木位置図を作成しました。これらの調査は1999、2000、2004、2007、2010、2013年度の1月前後に実施しました。また、2013年に下木が上木の樹下にあるか開放下にあるか、下木の環境(図-2)について調査しました。

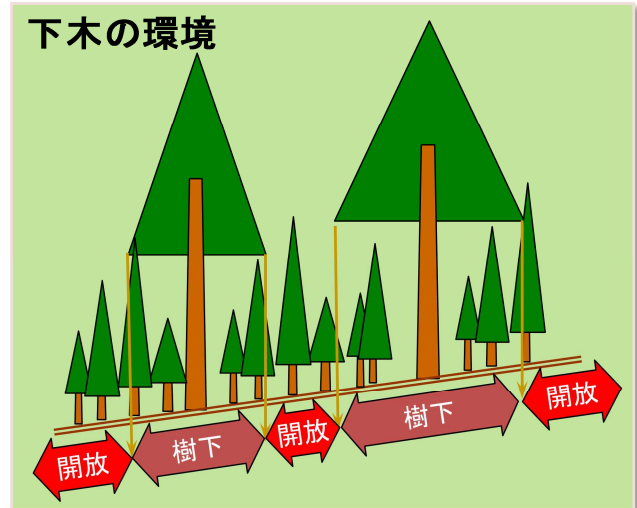


図-2. 下木の環境

4. 結果

2013年度の調査時には、上木の立木本数密度は254本/ha、平均胸高直径は50.2cm、平均樹高25.1mとなっており、材積は560m³/haとなっていました(表-2)。下木の立木本数密度は、自然枯死と伐倒搬出時の被害等による枯死などで1474本/haに減少し、平均胸高直径7.9cm、平均樹高7.3m、材積は41m³/haとなっていました。

表-2. 林分概況

層	樹種	立木本数密度 (本/ha)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	胸高断面 面積 (m ² /ha)	材積 (m ³ /ha)
上木	ヒノキ	224	49.4 ± 0.5	24.8 ± 0.1	43.7	462
	サワラ	30	59.4 ± 2.3	27.7 ± 0.3	8.6	98
	計	254	50.2 ± 0.5	25.1 ± 0.1	52.4	560
下木	ヒノキ	1474	7.9 ± 0.1	7.3 ± 0.1	8.2	41
合 計					60.5	601

*±の数値はS.E

下木のサイズ構成では、1999年の胸高直径階分布は、0.9～15cmとなっており、2013年には1.5～25cmとなっていました(図-3)。1999年の樹高階分布は1.8～6m、2013年には1.9～12mとなり直径、樹高ともに小さいものから大きいものまで存在し、分布域が広がっていることが確認されました。

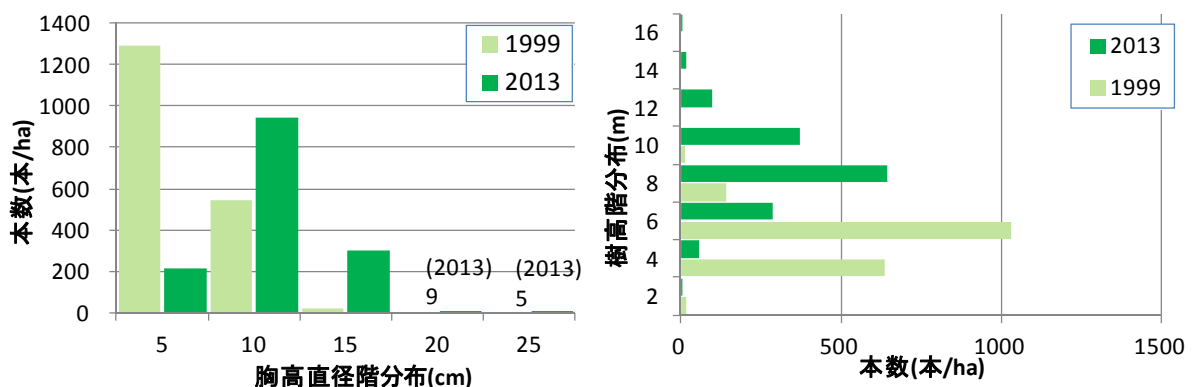
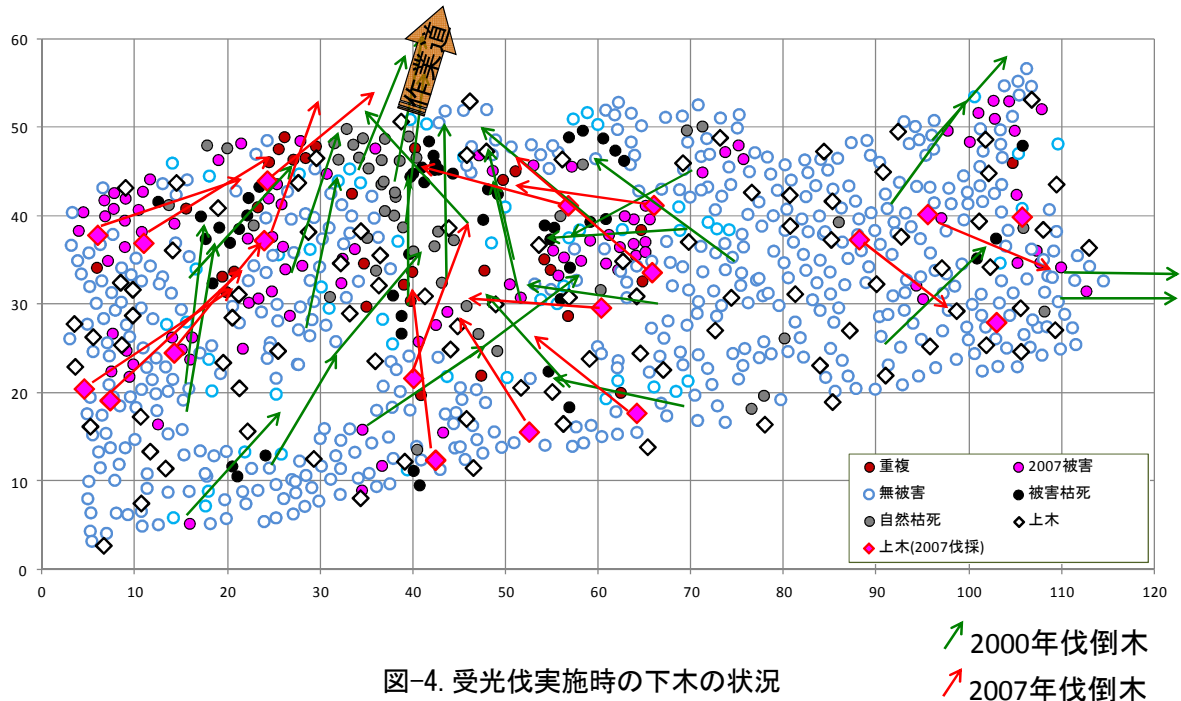


図-3. 下木の胸高直径階分布及び樹高階分布

2000・2007 年受光伐実施時の下木の状況(図-4)は、2000 年の受光伐により伐採された立木の伐倒方向は緑の矢印で示され、2007 年の受光伐により伐採された立木は赤色の矢印により示されています。



図中の左面に位置する区域では、作業道に向かって、右面に位置する区域では、林道に向かって伐採され、搬出時に林内を引き回す距離が短くなるように伐倒されていました。2007 年の伐倒も 2000 年に倒された方向に準ずる形で伐採されていました。黒色丸のマーカは 2000 年の受光伐により被害を受け、その影響で枯死したものです。赤色丸のマーカは、2000 年の伐採と 2007 年の伐採により被害を生じた下木となっています。灰色丸のマーカは 2007 年までに自然枯死したのですが、これらは緑色の矢印、2000 年の伐倒方向の沿線もしくは延長線上に発生していました。

伐採と搬出による下木の被害では、2000 年に被害を受けた個体のうち、被害大(幹折れ、梢端折れ、45 度以上に傾斜したもの、

外圧で極端に変形したもの [(最大矢高/丸太径) × 100 の値が 300%以上] など形質に重大な被害を及ぼすと考えられる被害) となった個体は 100 本でした (図-5)。2000 年の受光伐による被害で、2007 年までに 49 本が枯死しましたが、全て被害大以上の個体でした。2007 年の受光伐により、新たな被害(被害程度小以上の個体)は 64 本発生しました。これに

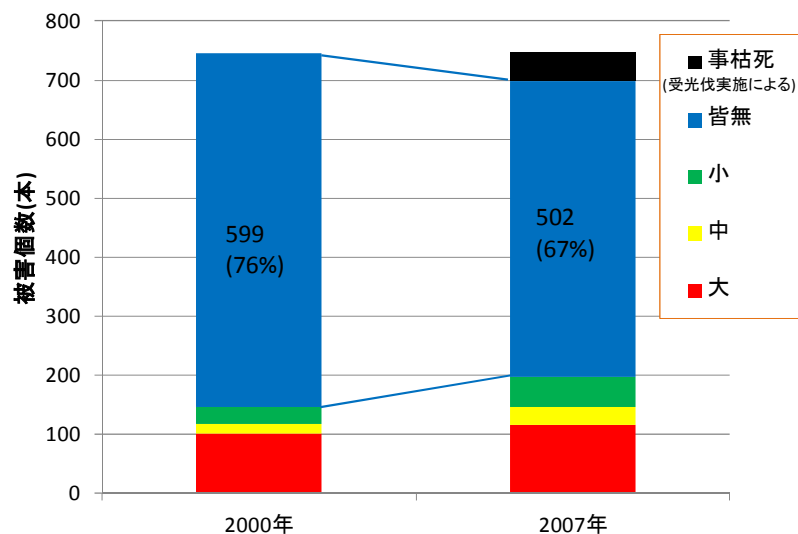


図-5. 2000 年・2007 年下木の被害

より、2000 年に被害を免れた個体は、599 本であった物が、2007 年には 502 本となり、繰り返し受光伐を実施することで被害は拡大していました。

これら被害のサイズクラス別の内訳は、胸高直径階で 20-25cm の階の 0%から 10-15cm の階の 21% (被害率は被害小以上の被害率である) となっており (図-6)、樹高階においては 14-16m の階では 0%、6-8m の階では 21%の被害率となっていました。ただし、Kruskal-Wallis 検定を実施したところ、胸高直径階分布及び樹高階分布における被害率は、サイズクラスによる差は見られない結果となっていました。

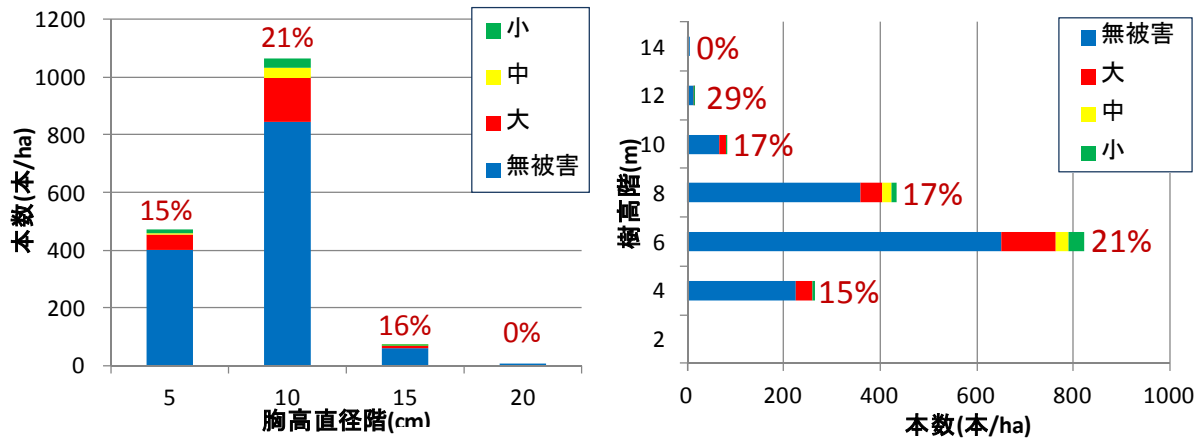


図-6. 下木被害の内訳

図-7 は 2007 年の胸高直径に対する 2007-2013 年までの連年胸高直径成長及び、2007 年の胸高直径成長に対する 2007-2013 年までの連年樹高成長をプロットしたものです。同一胸高直径では、樹下個体より開放下個体の連年胸高直径成長が上回っていました。また、連年樹高成長も同様の結果となっていました。

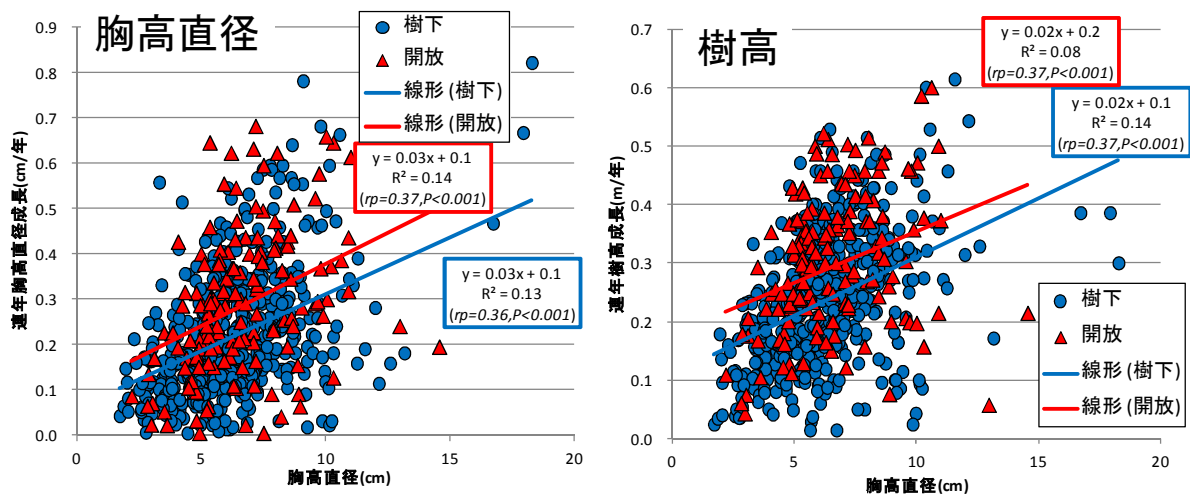


図-7. 下木の成長量

5. 考察

(1) 下木の成長量

下木の材積は $41\text{m}^3/\text{ha}$ となり、全体の材積 $601\text{m}^3/\text{ha}$ の 7% を占めるようになっていました。材積における下木が占める割合は増加しつつあります (表-2)。しかし、同試験地内の皆伐一斉造林に状況が近い、モザイク林の 34 年生のヒノキ人工林では、立木本数密度 $1500\text{本}/\text{ha}$ と 400 本区と同程度の密度になっていながら、平均胸高直径は 18.6cm、平均樹高は 13.7m と胸高直径、樹高は 400 本区より大きくなって

いました。そのため、材積は $292\text{m}^3/\text{ha}$ (2009 年調査時) となっており、400 本区下木はこれより小さなものとなっています。

下木の胸高直径のサイズクラスでは、1999 年では最大の胸高直径は 13.0cm 、平均胸高直径 4.5cm のものが、2013 年には最大の胸高直径は 21.6cm 、平均胸高直径 7.9cm となっており、平均胸高直径と最大胸高直径ともに 1999 年の 2 倍近いサイズとなっていました。

しかしながら、2000 年と 2007 年の受光伐を実施した結果、1999 年の最小の胸高直径は 0.9cm 、2013 年の最小の胸高直径は 1.1cm となっており、サイズクラスの小さな個体の殆どは成長が見られませんでした。また、2013 年における $0\text{--}5\text{cm}$ の胸高直径階にとどまった下木は 17% となっており、小さなサイズの下木は成長が劣る状態となっていました (図-3)。このことにより、成長が出来る個体と出来ない個体に分かれて、400 本区では下木のサイズの分布域が広がっていました。

400 本区の上木を樹冠解析した結果では、25-30 年生時の連年胸高直径成長量は $0.33\text{cm}/\text{年}$ 、連年樹高成長量は $0.37\text{m}/\text{年}$ でした。2007-2013 年における下木の連年胸高直径成長は平均 $0.23\text{cm}/\text{年}$ 、連年樹高成長は平均 $0.25\text{m}/\text{年}$ となっていました (図-7)。上木の樹冠解析での連年直径成長である $0.33\text{cm}/\text{年}$ より成長の劣る個体は全体の 76%、連年樹高成長である $0.37\text{m}/\text{年}$ より成長の劣る個体は全体の 82% となっており、また受光伐実施後の成長量も劣る個体が多くなっていた。

下木の成長量をみると、受光伐を 2 回実施して大きく成長した個体と、十分な成長が期待できない個体が生じていました。これは複層林の設定当初の上木密度が高い状態で、下木を植栽し受光伐を繰り返したとしても、全体的な下木の成長は期待できないことを示しています。

(2) 下木の状況・被害について

2000 年と 2007 年の受光伐を実施した時の伐倒方向は、作業道・林道に向けて伐採されていました (図-4)。2000 年の伐採で生じた空間に、2007 年の伐倒も準じて伐倒していくこととなっていました。これにより、下木の被害は伐倒方向延長線上に発生していました。

2000 年の伐採によって被害大となった個体は、調査区での本数割合で 13% となっており、2007 年までにこの被害木の半分が枯死しました。2007 年の受光伐でも、伐倒・搬出による被害の中では、被害大の被害が最も多くなっていました。受光伐実施による被害は、被害程度が重いほど回復せず、もしくは回復が遅いため、下木の被害は拡大、蓄積していく結果となりました。

受光伐を実施すると、林冠部の閉鎖がやぶられ、その下部及び周辺部にあった下木成長が促されると考えられます。しかし作業性などより、二回の伐倒はその疎開した部分に伐倒されるため、大きく成長した下木に被害を与えるために、被害を受ける個体には差が生じると仮定しました。しかし、実際には被害を受ける下木サイズに差は見られませんでした。

複層林の下木を成長させる施業については、受光伐は必要であると考えられます。しかしながら、今回の調査では、繰り返される受光伐の実施が、必ずしも下木の健全性や成長に寄与していない可能性が示唆されました。これらを回避するためには、伐倒方向を予め定めることが重要であると考えられます。

このことから、伐倒方向・集材効率を考慮した、高密度路網を複層林内に設置し、この路網に向かった伐採・搬出を行なう事で、下木の被害及び成長に寄与することが可能ではないかと考えられます。

(3) 上木本数密度が高い複層林の管理手法について

複層林における上木の本数密度は $100\sim 300$ 本/ha と $400\sim 500$ 本/ha を境に、下木の成長が異なる事が当試験地の調査結果から明らかとなっています。これらから、上木密度が高い上下二段複層林において受光伐を繰り返し実施する管理ではなく、設定初期の上木本数密度が $100\sim 300$ 本/ha 程度に設定し、受光伐の実施を無くするか、もしくは 1 回程度とすることが、有利であると考えられます。しかし、箱根

森林事務所畑引山国有林に造成されたスギ-スギの複層林では、上木本数密度が 150～330 本に調整されているのにも関わらず、下木の成長は十分ではありませんでした(2008、業務研究発表)。これは上木が低い本数密度であっても、受光伐の実施を必要としている場合があることを示しています。筑波山複層林 400 本区では路網密度が 230m/ha と高密度網でしたが、被害を免れえませんでした。これは、植栽当初に伐倒搬出方向などを検討せずに植栽していることも一因と考えられ、点状の複層林を適切に管理するためには、上木や下木の密度設定のみならず伐倒搬出から植栽まで一連した流れを想定しながら、植栽方法を検討する必要があると考えられます。

また、筑波山複層林試験地では、予定している本数密度に移行する前に、着葉量の確保と根茎の発達を促すため、数度の間伐を実施し、徐々に本数を減少させてきました。このような施業を行なう事で、保残木の枯死や風倒被害を防いできたと考えられます。ただし、個人的経験から、火山の影響下にあった立地では、徐々に本数を減らし適切に作業していても、風倒などの発生が多く見られます。このような立地において、複層林施業を実施する場合には、より現地をきめ細かく観察し、施業の実施を検討する必要があると思慮されます。