

ヒノキ長伐期林において間伐が林分構造と下層植生に与える長期的影響

Long-term effects of thinning on old Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) plantation on the forest structure and biodiversity of understory

五十嵐哲也*1・清野嘉之*1

Tetsuya IGARASHI*1 and Yoshiyuki KIYONO*1

*1 森林総合研究所、茨城県つくば市松の里 1

Forestry and Forest Products Research Institute, Matsunosato 1, Tsukuba, Ibaraki, 305-0903

要旨: 現在、人工林が長伐期化しつつある一方、種多様性の保全についても社会的要請が高まっており、長伐期人工林における種多様性の保全に適切な施業方法を明らかにする必要がある。そこで本研究では、茨城県のヒノキ長伐期人工林（1903年植栽）において以下の仮説を検証した。仮説1：長伐期林は特段の施業を行わなくても数十年で天然林に近い種多様性に達する。仮説2：長伐期林での一度きりの劣勢木間伐は長期的には種多様性を改善しない。仮説1は部分的に支持された。2002年までに自己間引きが生じて低木層の種多様性が一時的に増加したが、その後シロダモ、ヒサカキが上木層に達し、低木層の被陰を強めたために、種多様性は再び低下した。草本層については種多様性の改善は見られなかった。このまま放置した場合、天然林に近い種多様性を持つ林分になるには極めて長い時間が掛かると予想される。仮説2は支持された。間伐区（1983年間伐）の低木層と草本層の種多様性の推移は無間伐区とほぼ同様であり、間伐による種多様性の改善に長期的な効果は認められなかった。

キーワード: 長伐期林、ヒノキ、間伐、自己間引き、種多様性

Abstract: Long-term effects of thinning on long rotation *Chamaecyparis obtusa* plantation were studied at Ibaraki prefecture, Japan. Hypothesis 1: species diversity under long-rotation conifer plantation improves by age without management. Hypothesis 2: inferior tree thinning on long-rotation plantation does not have long-term positive effect on species diversity. Hypothesis 1 was partly supported. Species diversity at shrub layer of un-thinned plantation was improved till 2002 by self-thinning of canopy layer. However, it was decreased till 2010 because of shading by sub-canopy layer formed by trees (*Neolitsea cuneifolia* and *Eurya japonica*) emerged from shrub layer. Hypothesis 2 was supported. Un-thinned and thinned plots showed almost same reaction at species richness of shrub layer and herb layer. Therefore, thinning did not showed long-term positive effect on biodiversity.

Keywords: long rotation plantation, *Chamaecyparis obtusa*, inferior tree thinning, self-thinning, species diversity

I はじめに

現在、社会情勢の変化に伴い人工林が長伐期化しつつある。一方、生物多様性の保全についても社会的要請が高まっており、高齢人工林における種多様性の保全について、適切な施業方法を明らかにする必要がある。

長伐期林の種多様性については、ヒノキ人工林において、壮齡林以降、無間伐でも自己間引きが生じて林床の光環境が改善し、下層植生の種数が増えることが知られている(1)。また、スギ人工林でも、林齡が60年を過ぎると下層植生の種数が天然林と同等になると報告されている(2)。これらの例から推測すると、長伐期人工林では、特段の施業を行わなくても、自己間引きによる上木密度の減少と外部からの種子散布によって自然に種多様性が増加する可

能性がある。しかし、さらに下層植生が成長した後にはどのような林相になるのかについては明らかではない。

生物多様性を増加させるための施業として間伐が考えられる。間伐は上木の密度を下げ、林冠の閉鎖を破ることで林床の光環境を改善し、下層植生の多様性や被度を高める効果がある(1)。しかし、これらは一時的な効果で、林冠の再開鎖に伴って下層植生は再度衰退し(4)、長期的には多様性への効果は認められない可能性があるが、長伐期人工林における検証例は乏しい。

本研究では、長伐期人工林における種多様性の保全についての以下の仮説を検証する。仮説1：長伐期林は特段の施業を行わなくても数十年で天然林に近い種多様性に達する。仮説2：長伐期林での一度きりの下層間伐は長期的

には種多様性を改善しない。

II 方法

1. 調査地

調査地は茨城県つくば市の筑波山の1903年植栽のヒノキ人工林とした。茨城森林管理署管内の国有林(217林班さ)であり、標高は290m、傾斜角 20° のやや緩い斜面の中部に位置する。ヒノキの純林ではあるが、落葉広葉樹二次林と隣接しており、広葉樹の種子散布は十分に行われていると推定される。また、この地域にはシカは生息していない。1983年時の立木密度の高さ(無間伐区で1275本/ha、間伐区で1985本/ha)から推定して、当該林分では壮齢期以降は間伐は行われていないものと推定した。

2. プロット構造

調査は以下の通り階層分けして行った。上木層: 胸高直径5cm以上の樹木、低木層: 上木層に含まれず、樹高20cmを越える木本稚樹、草本層: 草本と樹高20cm以下の木本稚樹。1983年に調査林分内に約500m²の調査プロットを2ヶ所設置し、上木層の調査に用いた。一つを間伐区として本数比44%、材積比33%の弱度の劣勢木間伐を行い、もう一つを対照区として無処理のまま残した。2002年に各調査プロット内に50m²のプロットを設置し、低木層と草本層の調査に用いた。

3. 調査項目

500m²のプロットでは1983年、2002年、2010年の3回の毎木調査を行い、上木層の樹種と胸高直径を記録した。

50m²のコドラートでは、2002年と2010年の2回、低木層の樹種と地際直径を計測し、草本層に付いては出現種の調査を行った。また、同林分において1979年に50m²のコドラートを設置し、低木層の構成種および地際直径の計測と、草本層の出現種の調査を行ったデータが存在したため、2002年以降の低木層および草本層のデータとの比較に用いた。

III 結果と考察

1. 上木層の変化

立木密度は、無間伐区では1983年から2002年までの間に1275本/haから933本/haへと大きく減少していた(図-1)。2002年の時点で林内には立ち枯れしたヒノキが多く見られ、自己間引きが進行したものと推察される。しかし、2002年から2010年の間には密度は933本/haのまま低下しておらず、2002年(99年生)までに自己間引きは一時停止していたと考えられる。

一方、間伐区では1983年の間伐前は1985本/haと極めて過密であった。間伐を行った1983年から2002年までは間伐後の密度である1109本/haのまま減少していなかった。2002年から2010年にかけてやや減少して1055本/haとなっていた。このことから、2002年までは間伐の効果が持続していたと推定されるが、その後、間伐の効果はほぼ消滅して再び過密な林分に戻り、林冠が閉鎖して自己間引きが再開したと思われる。

平均胸高直径は無間伐区では1983年の24.7cmから、2002年に30.5cm、2010年の33.4cmと単調に増加しており(図-2)、1983年から2010年までの平均年間成長量は3.2mm/yearであった。間伐区では1983年の22cmから2002年には27.3cm、2010年には29.9cmと成長しているが、1983年から2010年までの平均年間成長量は2.9mm/yearであった。

胸高断面積合計(BA)は1983年には無間伐区での64.5m²/haに対して間伐区では43.7m²/haと大きな差があったが、2002年には無間伐区で71.6m²/ha、間伐区で68.7m²/haとほぼ同等になっていた(図-3)。これは、1983年から2002年までの間に、無間伐区では自己間引きが進行して立木が減少していたのに対し、間伐区ではすでに劣勢木が間伐され、競争が緩和されていたためと思われる。

一方、2002年から2010年にかけては無間伐区では14.3m²/ha増加して85.9m²/haになっていたのに対し、間伐区では増分は10m²/haに留まり、78.7m²/haになっていた。これは、この期間では、すでに無間伐区では自己間引きが一時停止して残った個体の肥大成長分がそのままBAの増加に繋がったのに対して、間伐区では間伐の効果が終了して林分が過密になり、自己間引きによる個体の減少が進行していたためと考えられる。

また、2010年には、無間伐区、間伐区ともに上木層への広葉樹の加入が観察された(表-1)。上木層に加入したのはほとんどがシロダモ(無間伐区で571本/ha、間伐区で375本/ha)とヒサカキ(無間伐区で38本/ha、間伐区で36本/ha)で、無間伐区で一本だけミズキが加入していた。シロダモのBAは無間伐区で3.1m²/ha、間伐区の2.1m²/haと、ヒサカキの0.1m²/haやミズキの0.2m²/haに比べて遥かに高く、BAで見た場合、上木へ加入した広葉樹はほぼシロダモのみと言える状態であった。これは、ヒノキ人工林の林床の均一化した光環境がシロダモの光要求に適合していたことや、シロダモの繁殖サイズが小さく、ヒノキ人工林内で繁殖が可能であることなどが原因であると推定される。

2. 低木層の変化

調査期間内に顕著な低木層構成種の交替が観察された(表-2)。低木層の落葉広葉樹の地際断面面積合計は1983年の無間伐区で125.9cm²/ha、間伐区で159.3cm²/haから2002年には無間伐区で48.5cm²/ha、間伐区で49.7cm²/ha、2010年には無間伐区で2.1cm²/ha、間伐区で4.0cm²/haと、一貫して減少していた。一方、常緑広葉樹は対照的に1983年の無間伐区で93.1cm²/ha、間伐区で71.9cm²/haから、2002年までに大幅に増加して、無間伐区で559.1cm²/ha、間伐区で586cm²/haに達した。この落葉広葉樹から常緑広葉樹への交替は、両者の耐陰性の差によって閉鎖林冠下での生存率に差が生じた結果と思われる。しかし、2010年には無間伐区で30.4cm²/ha、間伐区では85.4cm²/haと大幅に減少していた。これは、常緑広葉樹の主要構成種であるシロダモとヒサカキが上木層に加入して低木層から外れた事に加えて、成長したシロダモとヒサカキが形成した亜高木層による被陰が加わった結果と推定される。

3. 草本層の変化

1979年にはミヤマカンスゲやチゴユリなどの草本種が優占し、植被率は8%、種数は30種が出現していたが、2002年には優占種はアオキ、シロダモなどの常緑広葉樹に変わり、種数も無間伐区で18種、間伐区で20種と減少し、植被率も無間伐区で9%、間伐区で3%と減少していた。さらに2010年には、優占種は変わらず、種数は無間伐区で10種、間伐区で9種とさらに減少していた。植被率は無間伐区では15%、間伐区では3%となっていた。間伐や自己間引きによって林床の光環境は一時的に改善したと考えられるが、それによって発達した低木層による被陰に相殺され、草本層の多様性や被度の増加には繋がらなかったと見られる。

IV まとめ

仮説1は部分的に支持された。本研究で調査したヒノキ長伐期林では80年生以降に自己間引きによる密度減少が生じて低木層の種多様性が増加した。しかしその後、シロダモなどの限られた樹種が成長を続けて上木層に達し、ヒノキ-シロダモ複層林化する一方で、その他の種は被陰されて低木層から消滅し、種多様性は再び低下した。また、草本層については間伐や自己間引きによる多様性の改善は見られなかった。低木層での種多様性の改善が一時的なものであったことや、上木層に達した樹種が限られていることなどから、このまま放置した場合、天然林に近い種多様性を持つ森林になるには長い時間が掛かると予想される。

仮説2は支持された。間伐区の植生は2002年の時点

では、林床に相当数の広葉樹が定着するなど、種多様性が改善されていたが、2010年にはごく一部の種を除いてほとんどが消滅していた。また、成長して上木に達した樹種はシロダモとヒサカキに限られており、無間伐区とほぼ同等の種多様性に留まっている。長伐期林で弱度の下層間伐を行った後に長期間放置した場合、種多様性に及ぼす効果は無間伐で放置した場合の自己間引きによる密度減少の効果とほぼ同等と推定され、間伐による種多様性の改善に長期的な効果は認められなかった。

ヒノキ長伐期林を放置して自己間引きに任せる、あるいは劣勢木間伐のみで長期間放置した場合、林冠の閉鎖が速く、しかも空間的に均一なヒノキ樹冠が維持されるため、林内環境が単純化してしまい、シロダモのような一部の樹種だけが優占する結果になると推定される。このような場合、種多様性の高い林分への誘導が行われぬ可能性があるため、種多様性の改善を求める場合には、列状間伐や小面積皆伐などの、林冠の空間構造を不均一にし、再閉鎖に時間の掛かる施業方法の検討が必要と思われる。

引用文献

- (1) DAVIS LR, PUETTSMANN KJ (2009) Initial response of understory vegetation to three alternative thinning treatments. *journal of sustainable forestry* 28: 904-934
- (2) ITO S, NAKAGAWA K, BUCKLEY GP, NOGAMI K (2003) Species richness in Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) plantations in southeastern Kyushu, Japan: the effects of stand type and age on understory trees and shrubs. *J. For. Res.* 8:49-57
- (3) 清野嘉之 (1990) ヒノキ人工林における下層植物群落の動態と制御に関する研究. *森林総研研報* 359: 1-122
- (4) 城田徹央・伊藤有季・丸山一樹・岡野哲郎 (2012) 強度間伐に対する壮齢ヒノキ人工林の林分構造の中期的応答. *信州大学農学部 AFC 報告* 10:17-26

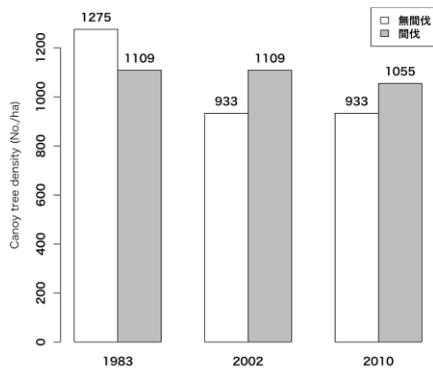


図-1. 上木密度

Fig. 1 Canopy tree density

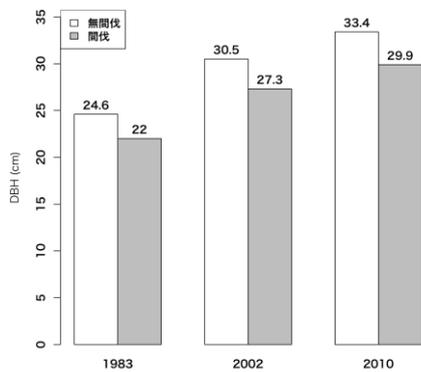


図-2. 平均胸高直径

Fig. 2 mean DBH

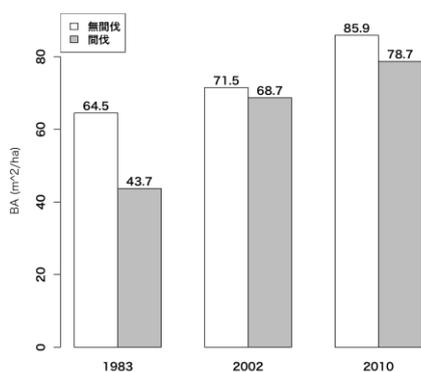


図-3. 胸高断面積合計

Fig. 3 Basal area at breast height

表-1. 2010年に上木に加入した広葉樹

Table 1 broadleaf trees recruited to canopy trees at 2010

		シロダモ	ヒサカキ	ミズキ
平均胸高直径(cm)	無間伐区	8.1	5.4	12.3
	間伐区	8.3	6.5	0
立木密度/ha	無間伐区	571	38	19
	間伐区	375	36	0
BA/ha (m2)	無間伐区	3.1	0.1	0.2
	間伐区	2.1	0.1	0

表-2. 低木層の地際断面積の推移

Table 2 Changes of basal area of shrub trees at the ground level

樹種	無間伐区			間伐区		
	1983	2002	2010	1983	2002	2010
常 緑 樹						
アオキ	18.3	171.5	14.6	36.9	83.3	5.2
キツタ		0.1>			0.1>	
サネカズラ		0.8			1.2	
シラカシ		0.0		0.1>	3.1	0.2
シロダモ	9.0	283.6	11.3	15.4	332.2	49.5
ツルグミ		0.2			0.2	
テイカカズラ		0.0			0.1	
ヒサカキ	65.8	102.6	4.4	19.6	165.6	30.5
ヤブコウジ		0.4			0.3	
落 葉 樹						
イワガラミ					0.1>	
カスミザクラ					0.1>	
ガマズミ	8.5			64.0		
クロモジ	18.4	0.2		33.4		
コナラ	0.1>	0.1>				0.1>
サンショウ	0.4					
ツタウルシ		10.6				
ツルウメモドキ					0.5	
ハナイカダ	11.1	2.7		0.1		
ハリギリ					2.6	
マルバアオダモ		10.2				
ムラサキシキブ	33.5	10.2		27.6		
ヤブムラサキ		14.6	2.1		46.6	4.0
ヤマウルシ	45.0			34.2		
ヤマツツジ	9.1					