

## 間伐後のスギ人工林の光環境と下層植生の変化

### —神奈川県秦野市で活動する NPO の事例—

野嶋健太郎<sup>1</sup>・園原和夏<sup>2</sup>・亀山翔平<sup>1</sup>・杉浦克明<sup>2</sup>・藤沢直樹<sup>2</sup>

1 日本大学大学院生物資源科学研究科

2 日本大学生物資源科学部

**要旨:**本研究では、技術と意欲のある NPO 団体が水源の森林エリア内の小規模林分を間伐することで、林内環境がどのように変化するかについて事例研究を行い、エリア内での NPO 団体の可能性について検討した。調査は間伐遅れのスギ人工林に設置した間伐区と対照区で実施した。間伐作業は NPO 団体によって行われた。その結果、森林組合等と比べて技術に制約のある NPO 団体であっても効果ある間伐を行うことができた。間伐から 3 年経過後、rPPFD は約 10%、下層植生被覆率は約 80%を維持した。また、間伐区では陽樹の種数も多く確認された。NPO 団体による整備活動においては、安全面に配慮し、その団体の技術や体力に合った作業内容で行う必要がある。そのためには、事前に予備調査を行い、間伐計画や選木を工夫することが効果的であると考えられた。

**キーワード:** 水源の森林エリア, NPO 団体, 森林整備活動, 林内環境

### Transitions of the photoenvironment and understory vegetation in thinned Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*)

#### :A case study an NPO in Hadano city, Kanagawa prefecture

Kentaro NOJIMA<sup>1</sup>, Waka SONOHARA<sup>2</sup>, Shohei KAMEYAMA<sup>1</sup>, Katsuaki SUGIURA<sup>2</sup>, Naoki FUJISAWA<sup>2</sup>

1 Graduate School of Bioresource Sciences, Nihon University, 1866 Kameino, Fujisawa, Kanagawa 252-0880, Japan

2 Coll. of Bioresource Sciences, Nihon University, 1866 Kameino, Fujisawa, Kanagawa 252-0880, Japan

**Abstract:** Here, we conducted a case study of how the forest environment transitions when an non-profit organization (NPO) with skill and motivation thinned small-scale stands, and examined their potential in the water resource forest area. The survey was conducted in a thinned and unthinned Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*) plantation. Thinning work was performed by the NPO group. The NPO group with technical restrictions compared to forestry owners' cooperative were able to implement effective thinning. Three years after thinning, the rPPFD was maintained at approximately 10%, and the understory cover percentage was maintained at approximately 80%. Many species of light demanders were also confirmed in the thinned area. In forest maintenance by NPO groups, it is necessary to consider safety and use work processes that match the skill and physical fitness of the group. It was considered effective to perform a preparation study in advance and devise a thinning schedule or tree selection.

**Key-word:** Water resource forest area, NPO group, Forest maintenance, Forest environment

#### I はじめに

近年、我が国では安価な外国産材の輸入や林業事業者の減少・高齢化などにより、手入れの行き届かない森林が増えている(13)。これは、森林の有する水源の涵養機能や国土保全、生物多様性といった多面的機能の低下を引き起こす要因となり得る。森林の公益的機能を持続的に発揮するためにも、森林整備を推進することが必要である。

そうした中、神奈川県では「かながわ水源の森林づくり事業」を実施し、人工林の整備を進めている(6)。これは、県が水源の涵養などの公益性の高い森林づくりを目標として丹沢山地を中心とした県西部の約60,900haの地域を水源の森林エリアとして設定し、森林所有者や森林組合に対して整備費用を支援して県の森林に応じた管理・整備の推進を行う制度である。同エリアでは、人工林が集約化しやすい林分に対しては、森林組合などが中

心となり、積極的に整備活動を行っている。しかし、エリア内の散在している小規模な林分に関しては作業コストや人材不足等の問題から整備が遅れている箇所もある。一方で、水源の森林エリア内では少なくとも14団体が森林整備活動を行っている(5, 8)。こうした団体に整備が遅れている小規模林分の整備を全て任せることは負担が大きく現実的ではないが、技術と意欲のある団体が通常の活動で行っている間伐をより効果的なものにしていく必要がある。木俣(9)はNPO等の森林づくり活動に対して、活動の活性化や質の高い森林づくり活動を支援するような視点の評価の必要性を指摘している。大学はこうした視点で間伐計画の支援を行ったり、間伐の効果を定量的に明らかにしてその結果を還元することで、NPO団体の活動の改善に寄与することができる。

そこで本研究では、水源の森林エリア内の小規模林分を対象に活動しているNPO法人「四十八瀬川自然村」を取り上げ、間伐により林内環境がどのように変化したのかについての事例研究を行い、同団体がより効果的な水源林整備を実践するために、間伐をどのように改善すれば良いかを明らかにし、その効果を検討した。

## II 材料と方法

**1. 調査地概要** 調査地は、NPO法人「四十八瀬川自然村」が活動している神奈川県秦野市上地区内に位置する個人所有のスギ人工林(間伐時65年生)を対象とした(N35°23'0.42", E139°10'14.6")。この林分は水源の森林エリア内の、標高300~800mの丹沢山地の山麓部に宅地や畑地にも近い場所である。この人工林内に30m×30mのプロットを2つ設置し、それぞれを間伐区と対照区とした。また、プロットの内側には5mごとの格子点を計25点設けた。傾斜角は17~20°の中傾斜地で斜面方位は70~72°の東向き斜面である。

**2. NPO団体の概要と間伐計画** NPO法人「四十八瀬川自然村」は、「小さな森、身近な森を美しくしていきたい」「間伐して下草がたくさん生えるような水源涵養にとって良い森林にしていきたい」という活動理念のもと、2001年から森林整備活動を行っている。通常の活動で行っている間伐は本数間伐率25%程度の下層間伐である。藤森(2)によると、間伐遅れの林分の間伐目安としては、優勢木が適正配置されるように劣勢木中心の間伐を行い、本数間伐率40~50%(材積間伐率30%程度)の強度間伐が必要だとしている。なお、材積間伐率30%はあくまで目安であり、現場の状況に応じて決めることが重要であるとも述べている。一方で、残存木の空間配置に配慮した選木作業には熟練と経験が必要であり(14)、間

伐率が高くなるほどNPOにとって選木作業がより難しくなることが考えられる。またNPOの事前の聞き取りで、間伐に大径木(30cm以上)を多く含むと伐採の難易度が上がり、作業負担がやや大きくなるといった課題も挙げられた。

そこで本研究では、まず本数間伐率40%(材積間伐率25%)を目安の目標とした。ただし、20cm未満の下層木を中心とした間伐のみでは材積間伐率は20%程度となるため、20~30cm程度のサイズの樹木も一部含めるような間伐計画を提案した。これに基づき、NPOが現場で技術的な伐採可能性と残存木の空間配置から判断して選木を行い、間伐を実施した。

**3. 調査項目** 調査内容は、毎木調査、林内の光環境調査、下層植生被覆率調査である。

林内の光環境を評価する指標として相対光量子束密度(以下rPPFD)を用い、光量子計としてJFEアドバンテック社のDEFI2-Lを使用した。計測地点は、林内はプロット内側の格子点計25点、林外は調査区近隣の解放地に1点とした。曇天下において林内外で同時に1秒間隔で5分間の光量子束密度の計測を行い、林外の値に対する林内の相対値を百分率で求め、その平均値をrPPFDとした。

被覆率の測定には、ポイントトランセクト法を用いた。プロット内に等高線に沿って30m×30mのラインを3本設定し、そのライン上で10cmごとの下層植生の被覆の有無を測定した。下層植生被覆率は、測定した全点数に対する被覆のあった点数の割合を百分率で求めた。その他に、調査区内全体を対象に1m以下の木本の出現種の記録を行った。

## III 結果と考察

**1. プロットの内分構造** 各プロットの内分構造を表-1に示す。間伐を行った結果、最終的には本数間伐率37%の間伐となった(表-1)。これは材積間伐率に換算すると24.1%となった。なお、もしこの間伐をNPO団体が普段行っている間伐方法(本数間伐率25%の下層間伐)で実施すると、材積間伐率13%前後であるため、間伐効果は低いと考えられる。試験前の立木密度は、対照区では1,111本/ha、間伐区では1,500本/haであった。間伐区では間伐実施後に944本/haとなった。収量比数を見ると、対照区は0.86、間伐区は0.90と両区ともにやや込み合った林分状態であったが、間伐区は試験後に0.78となった。この状態でもやや込み合った林分ではあるものの、0.80未満にまで低下させ、過密状態を緩和することができた。平均直径を見ると、試験前の間伐区では22.1

cmであった。間伐実施後では24.3 cmと2.2 cm増加した。

表-1. プロットの林分構造

Table 1 Stand structure in the plot.

	対照区	間伐区 (間伐前)	間伐区 (間伐後)
立木密度 (本/ha)	1,111	1,500	944
収量比数	0.86	0.90	0.78
平均直径 (cm)	26.1	22.1	24.3
平均樹高 (m)	23.2	20.2	21.5
材積 (m <sup>3</sup> /ha)	726.6	639.7	485.7
本数間伐率 (%)	—	—	37.0
材積間伐率 (%)	—	—	24.1

間伐区の試験前後の直径階別本数分布図を図-2示す。試験前では直径階 20 cmをピークとした林分であった。今回の間伐では、下層木中心の間伐を実施したため、図-2に示すような直径階 24 cmをピークとする林分に変化した。

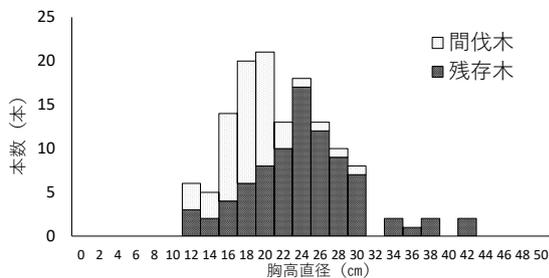


図-2. 間伐区の直径階別本数分布図

Fig.2 Diameter at breast height (DBH) distribution in the thinning.

**2. 林内の光環境** 各プロットの rPPFD の変化について図-3に示す。間伐前の各プロットの rPPFD は、間伐区では3.6%、対照区では3.7%と同程度の値であった。2018年以降では、対照区ではあまり変化が見られないのに対して、間伐区では、2018年では8.8%、2019年と2020年では9.5%と増加した。間伐区では、間伐から3年経過後の現在では、約10%の rPPFD が維持された。既往研究では、収量比数0.80のスギ人工林で rPPFD6~7%程度を示す事例(1)があり、本結果はこの結果に近い値となった。なお、Muraoka(12)は、相対照度 = 1.011 × rPPFD (R<sup>2</sup>=0.995) と示している。これに基づき、参考として既往文献の相対照度の指標と比較すると、相対照度の適切な目安を20~30%とする文献(1, 7)と比較すると本研究の値はやや低い値となった。一方で、水資源効率の観点からは相対照度を10~20%程度に保つ森林管理が有効とする事例もある(4)。これに則った場合、本研究の結果は、概ね良好な光環境の状態に達したと考えられる。

**3. 下層植生被覆率** 各プロットの下層植生の被覆率の変化について図-4に示す。間伐前の各プロットの下層植生被覆率は間伐区では52.0%、対照区では54.1%

であった。その後、間伐区では、間伐後2018年には73.3%、2019年には80.6%、2020年には83.2%となり間伐後の下層植生被覆率は80%前後を維持していた。本結果では間伐前および対照区の林分で下層植生被覆率が既に約50%となっており、やや高い値であると考えられる。清野(10)は、ヒノキ林の事例ではあるが40年生以上の林分は、林冠葉量の減少により無手入れでも下層植生群落が発達する場合があることを指摘している。本研究の対象であるスギ林は高齢であり、同様の理由が影響している可能性がある。以上の結果から、現状は下層植生が繁茂した林内環境が維持できていると考えられる。ただし、飯田ら(3)の事例では、本数率35~40%間伐後のスギ林12林分のうち、6林分が間伐後4年目頃から相対照度が低下傾向を示しており、本調査地も今後の推移を注視する必要がある。

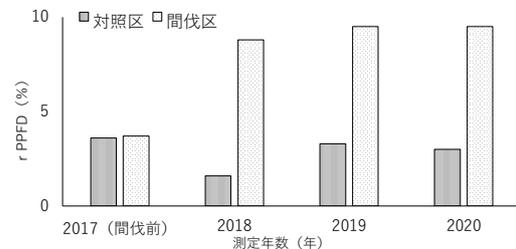


図-3. 各プロットの rPPFD

Fig.3 rPPFD in the plots.

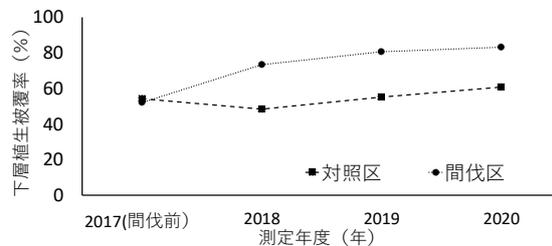


図-4. 各プロットの下層植生被覆率

Fig.4 Understory cover percentage in the plots.

**4. プロット内に出現した木本種** 各プロットに出現した1 m以下の木本種を表-2に示す。対照区では、確認できた木本種は4種、間伐区では14種の木本が確認された。間伐区と対照区を比較すると間伐区の方が多くの木本種を確認できた。また、間伐区ではケヤキ、エノキ、クサギ、エゴノキ、ニワトコ、クサイチゴ、ハリギリといった陽樹的な木本の稚樹が多く確認できた。

IV まとめ

本研究は、神奈川県水源の森林エリア内の小規模林分を対象に、NPO 法人「四十八瀬川自然村」が間伐した林

分の林内環境がどのように変化するかについて事例調査を行った。NPOの技術力を考慮した間伐率の設定と選木を行うことにより、NPOでもリスクや難易度に配慮した無理のない作業範囲で強度間伐までには至らなくても、これまでよりも強度の間伐を行うことができた。間伐後の林内環境は、間伐3年後の現在も10%弱のrPPFDを維持していた。下層植生の被覆率をみると、間伐前は両区とも被覆率が約50%程度だったものが、間伐後の間伐区では80%程度まで増加し、rPPFDと同様にその値を維持していた。また、木本の稚樹の種数も間伐区の方が多く、陽樹も多く含まれたことから、間伐により下層植生の繁茂する林内環境に改善されたと考えられる。

また、今回協働したNPO団体は、これまで本数率25%程度の間伐を行っていたが、本研究の結果を踏まえて今後は間伐率を上げる等、活動の改善に繋げることができる。これは同団体の活動理念の実現にも寄与するものである。効果的な間伐のためには、予備調査に基づく間伐計画を立て、現地の状態や作業者の技量に応じて間伐率を変化させ、その林分や団体に適した間伐作業を行うことが重要である。

表-2. 各プロットで確認された木本種  
Table 2 Tree species confirmed in the plots

間伐区			
分類	科	属	種
木本	ニレ科	ケヤキ属	ケヤキ ( <i>Zelkova serrata</i> )
	ニレ科	エノキ属	エノキ ( <i>Celtis sinensis</i> )
	シソ科	クサギ属	クサギ ( <i>Clerodendrum trichotomum</i> )
	エゴノキ科	エゴノキ属	エゴノキ ( <i>Styrax japonicus</i> )
	スイカズラ科	ニワトコ属	ニワトコ ( <i>Sambucus sieboldiana</i> )
	バラ科	クサイチゴ属	クサイチゴ ( <i>Rubus hirsutus</i> )
	ウコギ科	ハリギリ属	ハリギリ ( <i>Kalopanax septemlobus</i> )
	ウコギ科	キツタ属	キツタ ( <i>Hedera helix</i> )
	ブナ科	コナラ属	アラカシ ( <i>Quercus glauca</i> )
	クスノキ科	タブノキ属	タブノキ ( <i>Machilus thunbergii</i> )
	メギ科	ナンテン属	ナンテン ( <i>Nandina domestica</i> )
	イラクサ科	ヤブマオ属	コアカソ ( <i>Boehmeria spicata</i> )
	イチイ科	カヤ属	カヤ ( <i>Torreya nucifera</i> )
	モチノキ科	モチノキ属	イヌツゲ ( <i>Ilex crenata</i> )
対照区			
分類	科	属	種
木本	クスノキ科	タブノキ属	タブノキ ( <i>Machilus thunbergii</i> )
	イラクサ科	ヤブマオ属	コアカソ ( <i>Boehmeria spicata</i> )
	シソ科	ムラサキシキブ属	ムラサキシキブ ( <i>Callicarpa japonica</i> )
	アオキ科	アオキ属	アオキ ( <i>Aucuba japonica</i> )

謝辞：本研究を行うにあたり、間伐作業に協力していただいたNPO法人「四十八瀬川自然村」の皆様へ厚く御礼申し上げます。

### 引用文献

- (1)安藤貴(1985) 複層林施業の要点-わかりやすい林業研究解説シリーズ-林業科学技術復興所, 東京, 80pp.
- (2)藤森隆郎(2010) 間伐と目標林型を考える. 全国林業改良普及協会, 東京, 191pp.
- (3)飯田玲奈・中山ちさ(2019) 「ぐんま緑の県民税」の間

伐効果検証 -スギ人工林及びヒノキ人工林における間伐後4年間の下層植生及び林床被覆率の推移-. 群馬県林業試験場研究報告 23:33-41.

(4)科学技術振興機構. “戦略的創造研究推進事業CREST 研究領域「持続可能な水利用を実現する革新的な技術とシステム」研究課題「荒廃人工林の管理により流量増加と河川環境の改善を図る革新的な技術の開発」研究終了報告書”. 科学技術振興機構 HP.

[https://www.jst.go.jp/kisoken/crest/research/s-houkoku/JST\\_1111074\\_09154476\\_EE.pdf](https://www.jst.go.jp/kisoken/crest/research/s-houkoku/JST_1111074_09154476_EE.pdf).

(5)神奈川県. 水源環境を守る市民団体 区分:普及啓発・教育事業. 神奈川県 HP. <https://www.pref.kanagawa.jp/docs/pb5/cnt/f7006/p486216.html> (閲覧日 2020/11/09)

(6)神奈川県. 水源の森林づくり事業について. 神奈川県 HP. <https://www.pref.kanagawa.jp/docs/pb5/suigen.html> (閲覧日 2020/8/14)

(7)神奈川県. 水源林整備の手引き. 神奈川県 HP. <http://www.pref.kanagawa.jp/uploaded/attachment/886791.pdf>

(8)神奈川県. 丹沢大山ボランティアネットワーク. 神奈川県 HP. <https://www.pref.kanagawa.jp/docs/f4y/03shinrin/boranetto.html>(閲覧日 2020/11/09)

(9)木俣知大(2009) 森林づくり活動の定性的評価. 宮林茂幸(編) 森林づくり活動の評価手法-企業等の森林づくりに向けて-. 全国林業改良普及協会, 東京, 111-147.

(10)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.

(11)小山浩正・林直哉・高橋教夫(2009) スギ人工林の疎密度と林内の光環境の関係-人工林の混交林誘導のための目安として-森林計画誌 42 : 81-86.

(12)Muraoka H., Hirota H., Matsumoto,J., Nishimura S., Tang Y., Koizumi H. and Washitani I. (2001) On the convertibility of different light availability indices, relative illuminance and relative photon flux density. *Funct. Ecol.*15:798-803.

(13)林野庁(2020) 令和元年度 森林・林業白書. 全国林業改良普及委員会, 東京, 279pp.

(14)高橋絵里奈(2015) 壮齢スギ人工林における陽樹冠直径を基準とした間伐選木方法の検討-島根大学三瓶演習林での検討-. 日林誌 97:186-190.