

10 低密度植栽施業指針の検討

今年度は実証2年目であり、現時点で文献調査や実証事業を通じて得られた知見について事例的に考察する。

10.1 低密度植栽施業の目的

近年、森林資源の成熟による主伐（皆伐）の増加が予想される中、森林の多面的機能を十分に発揮していくためには、間伐の推進に加え、主伐後の再生林を確実に実施することが必要となっている。他方で、森林所有者等の再生林意欲を向上させるとともに、限られた財源の下で効率的に再生林を行うためには、再生林の低コスト化を徹底することが不可欠となっている。

また、近年、CLTの開発に代表される木質構造材としての並材需要が増えてきており、間伐回数を抑えた短伐期施業による新たな低コスト化の可能性が指摘されている。

さらに、伐採から植栽等を一貫して作業する一貫作業システムの導入により、新たな低コスト化の可能性が指摘されている。

そのような中、植栽本数を少なくして間伐回数を抑える低密度植栽施業が注目されている。その際の生産目標は、一般的に、短伐期の並材生産であり、林業経営的に低コストな施業として低密度植栽施業への期待が高まってきている。

10.2 考察

（1）木材の用途に応じた植栽本数について

用途に応じた木材生産は、地域や樹種、用途、例えばヒノキ、スギの無節柱材生産や製材（A材）用の生産、スギ、カラマツの集成材、合板（B材）用の生産（並材生産）など様々である。

一般にヒノキの無節柱材生産の場合は、その植栽本数を3,000～6,000本/ha程度として、高密度植栽から徐間伐や枝打ちを何回も行い、柱に向けた「かんまん（完満）」な良質材を育て上げなければならない。

しかし、スギ、カラマツの集成材生産の場合は、植栽本数を2,000～3,000本/ha程度として、徐間伐や枝打ちを減らし、形質的には、節があっても「かんまん（完満）」でなくても、材として並材利用できるものを生産する。

低密度植栽の場合、生産目標を最初から短伐期の並材生産とすることにより、植栽本数を1,000本/haや1,500本/haとして、植栽コストを下げ、基本的に枝打ちを行わず、間伐を実施しない、または回数を大幅に減らしてトータルコストを削減するものである。例えば、九州地域のスギであれば、無間伐の35年伐期で並材が生産できる可能性がある。

このことにより、低密度植栽による形質的なメリットは、低コスト化された短伐期の並材生産に向いていることであり、デメリットは「ウラゴケ」形質になりやすいことである。

ただし、伐期を長伐期にすると、枝の枯れあがりが進み、やがて「ウラゴケ」形質から「かんまん（完満）」形質へと変化していくものと思われる。

(2) 低密度植栽における林冠閉鎖について

地域と樹種により異なるが、低密度植栽だと通常密度に比較し、林冠閉鎖するまでの期間が1～数年ほど遅れてしまう。

成長の早いカラマツやグイマツ F1 であれば、数年で林冠閉鎖するが、成長の遅いヒノキの場合は、林冠閉鎖するまでに10年程度かそれ以上掛かる事例もあり、低密度になればなるほど林冠閉鎖するまでの期間を要し、その分植栽木以外の植生の繁茂が続き、下刈り等保育期間が増加する可能性がある。

このことから、低密度植栽のデメリットは林冠閉鎖するまでに期間を要することであると言える。低密度植栽ではこのことを踏まえ、下刈りや除伐、つる切り等の育林技術や大苗植栽等を検討し、トータルで低コスト化に繋げることが重要となる。

(3) 低密度植栽に対する苗木の配慮事項について

低密度植栽は、上述したように林冠閉鎖するまでに期間を要することから、これを補うためには、初期成長の早い苗木を導入することが有効である。

具体的には、1年でも早く、下刈り期間を脱し（侵入雑草木より上に成長し）、林冠閉鎖が1年でも早くなるよう枝葉が横に張ることが重要であり、植栽直後に上長成長を開始する苗が想定される。

(4) 地域別の低密度植栽技術の考え方について

地域別の低密度植栽技術は、地域の適地適木の考え方から発展している。

北海道地域では、成長の早いカラマツやグイマツ F1 の適地であり、東北地域の太平洋側でも同様にカラマツの適地が多いので、それらの樹種による低密度植栽技術の試験が盛んに行われている。また、成長の早いスギ挿木苗が一般的な九州地域でも、盛んに技術的試験が行われてきた。これらの地域における低密度植栽の生産目標は、おおむね短伐期の集成材や合板等の並材生産を目標としている場所が多い。

また、日本海側の積雪地域では、スギ植栽後数年間は雪起こしを行う必要がある。この雪起こしは、苗木の埋雪期間内は、融雪直後に苗木を引き起こす施業である。この手間を少しでも軽減しようと、低密度植栽技術に期待する声が聞かれる。ただし、積雪地域は成林後伐期に至るまで九州地域のスギと比べると期間を要するので、短伐期の並材生産そのものが経営的に不利になるのではとの疑問の声も一部では聞かれる。

一方、無節の柱材や板材生産を目標としていた地域では、元々高密度植栽から枝打ち等保育に手間をかけ形質の良い無節材を生産していたので、低密度植栽そのものが馴染みのない技術である。具体的には、中部・中国地方等の有名林業地域（尾鷲林業・吉野林業・北山林業等）にそのような傾向が強い。

以上より、地域別の低密度植栽の考え方は、その地域における歴史的背景や気候条件を含めた生産目標に応じて異なってくるものであるが、並材生産を生業としていた地域や近傍に集成

材等の大工場があって、並材を搬出しやすい環境であれば比較的低密度植栽に対応しやすいと言える。

(5) 樹種別の低密度植栽技術の考え方について

主要樹種ではカラマツやグイマツ F1 の成長が早く、次いでスギ、ヒノキという順番になるが、早期に林冠閉鎖が見込めるという観点においては、この順番で低密度植栽に向いていると言える。

このうち、ヒノキの場合は、成長が遅いこともあって未だ低密度植栽に向いているのかどうかの判定を行うには至らない。現時点では、ヒノキの成林の可能性から、地域別に植栽密度をどの程度まで下げられるのか、消費者がヒノキの材に求めているのは、木材としては無垢で、柱にした場合は節の無いものとの意見が多いことから、生産目標を仮に中伐期の無垢材生産とした場合に、果たして低コスト化が達成できるのか等の検討が必要である。

なお、ヒノキの林冠閉鎖の可能性が地域に応じて変わってくるのは、例えばクズ等の樹冠に巻き付くツル類の生育有無にも左右されるからである。逆に、適正な下刈り除伐・つる切り等の保育施業が実施できれば、成長の遅いヒノキであっても、十分低密度植栽で成林させることが可能となる。問題なのは、そうした時に生産目標に応じた低コスト化が実現できるか否かであり、現時点では、土地条件が良く早期成長が期待できる場所やツル類等の侵入雑草木が少ない地域などに可能性が見出される。

カラマツやグイマツ F1 は低密度植栽を行うメリットが高いと考えられる。また、スギの成長は中庸であり、よほど生育条件の悪い場所でなければ比較的早期に林冠閉鎖すると考えられ、特に、九州地域のように成長の早い挿し木苗が流通している場所は、低密度植栽に向いている地域と言える。

(6) 低密度植栽におけるトータルコストについて

低密度植栽のトータルコストとは、植栽本数を少なくすることにより植栽経費を減らすとともに、林冠閉鎖が遅れることにより保育（下刈り・除伐・つる切り等）経費が増加したとしても、間伐を行わない、または少ない間伐により育林経費を少なくして、トータルでコストを下げることを目指すものである。

仮に柱材や建築材等 A 材生産を 45 年伐期の通常密度植栽で目指していた地域の場合、低密度植栽による 35 年短伐期並材生産（B 材生産）に転換すると、販売価格が多少安くなっても、そこに至るまでの育林経費を削減した上で、45 年で回転させていた経営期間を 35 年に短縮できれば、結果的に経営的に有利となる可能性がある。

現時点で、低密度植栽によるトータルコストの低コスト化が想定されるのは、生産目標が通常の間伐やつる切りを必要としない短伐期の並材生産の場合である。ただし、仮に低コストを考えない場合は、技術的に成林するか否かのみを検討すればよく、生産目標にこだわる必要はない。

(7) 低密度植栽における下刈りやつる切りの考え方について

低密度植栽による林冠閉鎖を少しでも早めるためには、下刈り、除伐、つる切りの実施の考え方が重要になってくる。

例えば、成長の早いグイマツ F1 やカラマツでは、通常通りの下刈り等を実施すれば低密度植栽であっても林冠閉鎖が通常と変わらず期待できる場合が多い。

一方、成長の遅いヒノキは、通常通りの下刈りで終了した場合、その後のつるの繁茂等により、そのまま成林せず粗悪林へと移行してしまう恐れがある。

(8) 一貫作業システムにおける低密度植栽について

一貫作業システムとは、伐採、地拵え、植栽までの一連の施業を、連続的に林業用機械等を活用しながら実施することによって、大幅な低コスト化を図る施業である。

近年、低コスト化を図るための一貫作業システムとして、比較的植栽に適さなかった時期においても良好な活着が期待でき、植栽作業に熟練を要しないコンテナ苗を用いた低密度植栽が行われる事例が見られる。

この一貫作業による造成を低密度植栽で実施すれば、さらなるトータルコストの削減が期待できる。

(9) 低密度植栽における大苗の使用について

比較的成長の早いカラマツやスギ挿し木苗では、大苗の生産も比較的、短期にコストが掛からず可能なので、それらの樹種を用いた大苗の低密度植栽試験が各地で実施されつつある。また、最近では、ヒノキの大苗を用いた低密度植栽試験地も見られる。

下刈り回数や下刈り期間を軽減できるとの報告が多い一方、やはり苗木の生産に期間と費用が掛かってしまい、かつ植栽経費も割増しになるとのデメリットも報告されている。そのため、トータルでどれほど低コスト化に繋がるのかが見えてこないことから、本事業において、今年度、大苗の低密度植栽試験地を新たに設定した所である。

なお、大苗を用いるとシカの食害が軽減されるとの報告もあり、そういう観点からの成果も期待されるところである。

10.3 指針

全国的に見ると、低密度植栽で材の生産にまで達した事例は非常に少なく、間伐回数の低減可能な具体的な短伐期施業をイメージした生産技術体系のマニュアル作成は困難である。

そこで本事業においては、現段階で推察した結果を整理し、現段階における指針とする。

① 低密度植栽における目標林型の考え方

低密度植栽として求められる生産目標とは、一般的には、合板・集成材等の素材生産（並材生産）を目標とし、間伐回数を抑えた短伐期施業により育て上げる森林である。

② 低密度植栽の植栽樹種

地域別、樹種別の生産目標と併せて考えると、成長の早いカラマツやグイマツ F1、スギは低密度植栽による成林が期待できる樹種である。成長の遅いヒノキを低密度植栽する場合、具体的にどういう場所に適するのか、またどういう保育が必要なのかについては、本調査にて検討中である。

③ 低密度植栽の植栽苗木

低密度植栽で用いる苗木は、適期以外に植栽を行う場合や、さらなる低コスト化を目的に一貫作業システムと連動した低密度植栽を行う場合はコンテナ苗を用いることが有効と考えられる。下刈りの省力化を目指す場合は大苗を用いることが各地で検討されている。本調査では、現在、それらの実証試験を行っており、具体的な状況を検討中である。

④ 低密度植栽の植栽本数

低密度植栽における植栽本数は、地域別、樹種別に生産目標に応じて異なってくる。事例的には、カラマツ・グイマツ F1 であれば、おおむね 1,000 本/ha 前後。スギであれば、1,100 ～ 1,500 本/ha 程度での成林が報告されている。ヒノキについては、成長の早い場所では 1,500 本/ha 程度での成林の報告があるが、林齢 15 年生程度で林冠閉鎖していない事例もあり、現段階では適正密度を検討中である。

⑤ 低密度植栽による下刈り、除伐、つる切りについて

低密度植栽では、通常より 1～数年は下刈り期間が増す可能性がある。その傾向は、カラマツ・グイマツ F1 < スギ < ヒノキ の順に増加する。 今後は、さらに事例を収集し、分析を行う必要がある。また、低密度植栽は植栽木間の距離が開いているので、植栽木周辺からクズ等のツル類が侵入しやすい。そこで、通常以上につる切りに対する配慮が望まれる。

⑥ 低密度植栽における枝打ちについて

生産目標を、並材生産の間伐回数を抑えた短伐期施業とした場合、基本的に枝打ちは不要と考えられる。

⑦ 低密度植栽における間伐について

生産目標を、並材生産の間伐回数を抑えた短伐期施業とした場合、基本的には無間伐で収穫するか、利用間伐を 1 回行ってから収穫することになると想定される。ただし、ヒノキについては今後の検討を要す。

10.4 低密度植栽技術に関する課題

樹種別、地域別の低密度技術の指針を作成し、普及啓発を進めていく上で、現在、完全に整理、分析しきれていない課題として、大苗や早生樹を含めた低密度植栽に適した苗木の生産技術、地域・樹種別の植栽木の活着や成長量及び侵入雑草木との競争の把握、成林を確実にする地域・樹種別の保育施業の提示、獣害対策、成林後の材の形質、トータル的な低コスト化の検討、などがあげられる。そのため、今後も引き続き、新たな文献や事例収集に努めつつ実証事業を行い、これらの課題を明確にする必要性があり、以下に主な課題として要点を記す。

【低密度植栽に係る主な課題】

- 樹種別、地域別に低コスト化に繋がるための適正な植栽密度を提示する必要があるが、現段階では事例が少なく課題となっている。
- 低コスト化に繋がるための適正な植栽密度を提示するためには、樹種別、地域別に生産目標（利用目的）に応じた施業や伐期を明確にしていく必要がある。
- 植栽密度が定まれば、樹種別、地域別の望ましい保育手法（下刈りや除伐・つる切り等）の提示も可能となり、本業務の到達点である指針の作成が可能となる。しかし現時点では、年月が経過し間伐にまで到った事例が極端に少なく課題となっている。
- そのため、本年度を含めた平成31年度までの4年間を区切りと考えると、本業務にて提示可能な指針は、下刈り等初期保育が終了し、林冠が植栽木で閉鎖するまでをターゲットとする。
- 近年の再生林の推進にあたっては、低コスト化の実現が必須であり、そのための一貫作業システムと連動した低コスト造林技術のさらなる検討も望まれる。
- また、近年注目を受けているバイオマス発電やCLTに代表される新たな木材利用に対し、低密度植栽技術がどのような形で貢献できるかについて、現段階では未定の部分もあるが、そのような観点も念頭に今後の調査が必要となる。
- 来年度以降は、平成31年度の最終目的である低密度植栽技術施業指針の作成に向け、実証や事例を数多く示し、定量的な分析を行いながら、具体的な施業と課題を明確に提示し、個々の森林所有者への正しい情報の提示と個別の場所における成林までの具体的なイメージが明示できるような指針作成が求められる。

**平成 28 年度
低密度植栽技術の導入に向けた調査委託事業
報告書**

平成 29 年 3 月
(発行)林野庁

(作成)一般社団法人 日本森林技術協会
〒102-0085 東京都千代田区六番町 7 番地
TEL (03)3261-5281(代)/ FAX (03)3261-5393
<http://www.jafta.or.jp>