

トドマツ人工林における天然更新技術の検討

三八上北森林管理署 主任森林整備官 ○小林未知子
総括森林整備官 藤倉 憲一

1. はじめに

当署管内には、約50haのトドマツ人工林があり、近年はスギ素材よりも高価格で取引実績があることから、今後も継続的に供給していきたいと考えている。

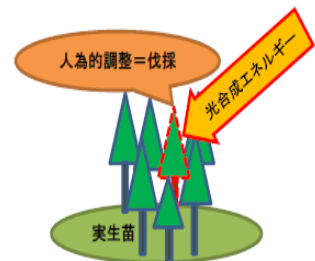
森林の若返りにおいて、低コストが喫緊の課題となる中、一部小班では実生苗が発生し、天然更新の可能性が見込まれるが、トドマツについては、実生苗から稚樹に至る生育途上で消失する事例が多い現状にある。

そこで、本研究では、現地調査を通じ天然更新に必要な条件の検討を行うこととした。

2. 調査内容の検討

管内3箇所のトドマツ林を調査したところ、うち2箇所で最も成長の良かった90cmクラス稚樹では、下枝から葉の変色が始まっているもの、既に枯れてしまったものが複数見受けられた。トドマツは耐陰性の強い樹種ではあるが、90cmクラスに達し、耐陰性の衰えとともに必要な受光量が増える一方、成長量に見合った受光量が供給されず、成長の衰えや枯死が発生していると推測される。

このことから本調査では、これらの箇所を調査地に選定し、人為的に調整できる可能性があり、かつ成長に大きな影響を与える環境要因「受光量」に絞り込んで調査を行うこととした。



3. 調査手法について

(1) 調査ポイントの設定

選定した調査地内において、(表-1)①~③に着目し、調査比較、検討に最適と思われる稚樹、生立木をセンター木に据えた全6箇所の調査ポイントを設定した。

(表-1) 調査ポイントの概要

	選定にあたっての着目点 / 補足事項	調査ポイント名	箇所数
①	標準的稚樹群生地を形成する生立木 ※樹冠下群生地 [※] で毎木調査実施	「A」 「B」	2
②	90cmクラス稚樹 ※枯死1本(「枯90」)を含む	「トワ90」「枯90」 「健全90」	3
③	将来有望な天然更新木(樹高約15m) ※ <u>実生苗が将来的な目標とする光環境に位置付け</u>	「有望」	1

(2) 調査方法

① 受光量調査

一般的な受光量調査方法である全天空写真による開空度解析、照度計を使用した照度計測とも機材不足であったことから、全天空写真による開空度解析をベースに、魚眼レンズ付カメラを、手持ちカメラ（パノラマ撮影機能付 i - p h o n e）で代用のうえ、開空度解析を準用した手法を考案した。

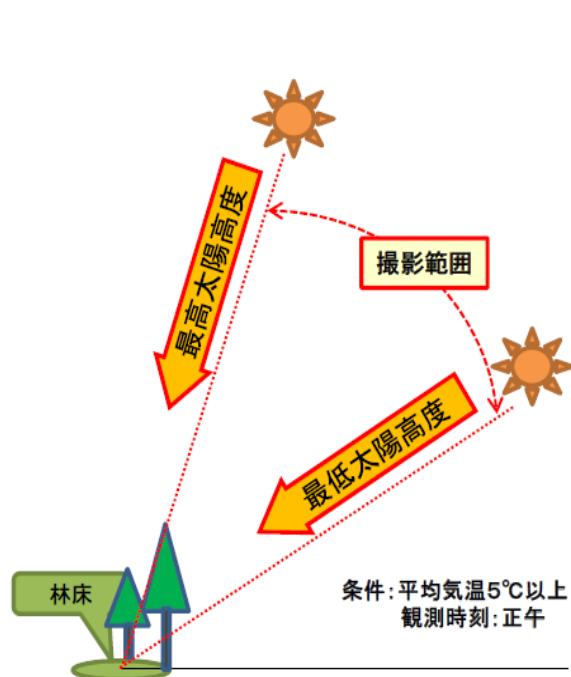
一度の撮影における撮影範囲は、水平、垂直方向とも大幅に制限されることから、(表-2) のとおり絞込みを行った。(図-1 参照)

具体的には、センター木から1m離れた地上高30cmと1mで、最低・最高太陽高度角を保ち、4分割した方位ブロック(図-2)ごとに、パノラマ撮影した。

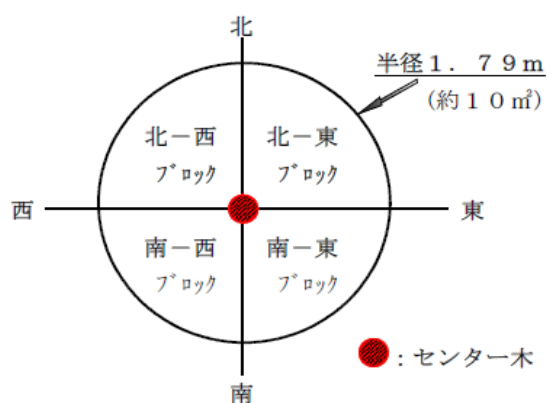
(表-2) 撮影機材別 撮影範囲 比較表

撮影機材		魚眼レンズ付きカメラ	パノラマ撮影機能付きカメラ (i - p h o n e)
撮影できる写真		全天空写真(ドーム状)	パノラマ写真
撮影範囲	垂直方向	天頂角0~90°	最低・最高太陽高度角 (一般的に光合成が始まるとされる平均気温5℃以上の期間内)
	水平方向	全方位(360°)	4方位で4分割(図-2参照)
解析方法		間隙の割合:開空度(%)	全天空写真の解析方法を準用
撮影枚数		1枚	高度角(2P)×方位(4P)×撮影位置(2P)=16枚 P:パターン

(図-1) 垂直方向 撮影範囲イメージ図



(図-2) 方位ブロック図



ア. 最低・最高太陽高度角の確認

緯度・経度および観測時刻から1年の太陽高度を自動計算できる無料サイト（カシオ高精度計算サイト）と所在市町村の雨温図から導いた。

イ. 解析方法

撮影した画像は、「ペイント」を用いて白黒に2極化させ、ピクセル数確認後、白く写った間隙の割合を下式により数値化した。

この率を、本研究における「入射率」とし、各方位における入射率の平均を「平均入射率」として結果分析に使用する。

$$\text{間隙の割合（入射率）} = \text{（白のピクセル数）} \div \text{（総ピクセル数（白+黒））}$$

② 毎木調査

（図-2）のとおり、センター木を中心に半径1.79mの円を描き、4方位ブロックに分割後、ブロックごとに実生苗の高さ、根元径、節数を調査した。

なお、節数は、1年に1節増えることから苗齢を推定することとした。

4. 調査結果・分析

（1）毎木調査結果

① 推定苗齢と苗高の関係

調査箇所では平成3年度に間伐が実行されている。

（表-3、4）のとおり、苗齢は、「A」で最大23年生、「B」で25年生となっており、間伐以降発生し、かつ苗齢の分布から持続的に種子の供給があると推測され、間伐効果は大きいといえる。

② 実生苗生育状況と方位の関係

（表-5、6）のとおり、西方向（北西、南西）、東方向（北東、南東）における苗の生育状況が各々似通っており、かつ北方向（北西、北東）より南方向（南西、南東）の成長がよい。ただし、群生地「B」南西については、唯一の例外となった。

③ 発生本数率と方位の関係

（表-5、6）のとおり、調査対象本数を分母とした方位ブロックごとの発生本数の割合（以下「発生本数率」という）では、南方向における発生本数率が、全体の65%以上を占め、南方向の成績が良好であった。

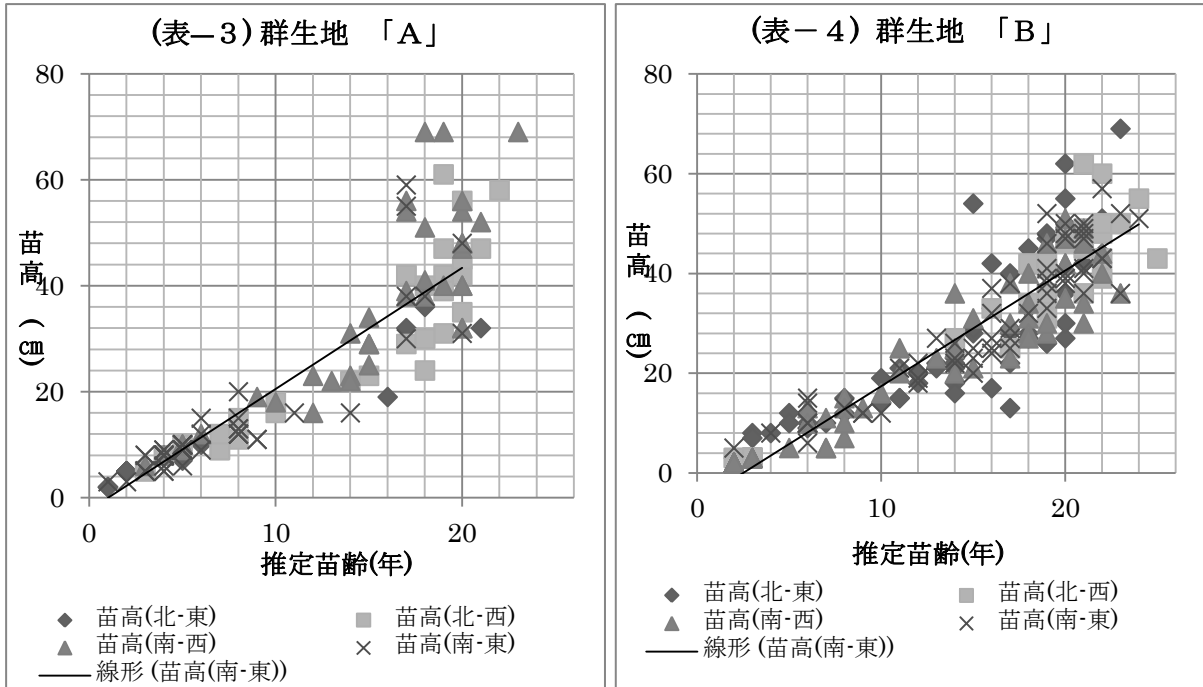
④ 発生本数率と平均入射率の関係

（表-5、6）のとおり、発生本数率と平均入射率の折線グラフ線形は似通っており、実生苗発生と受光量には関係性があると考えられる。

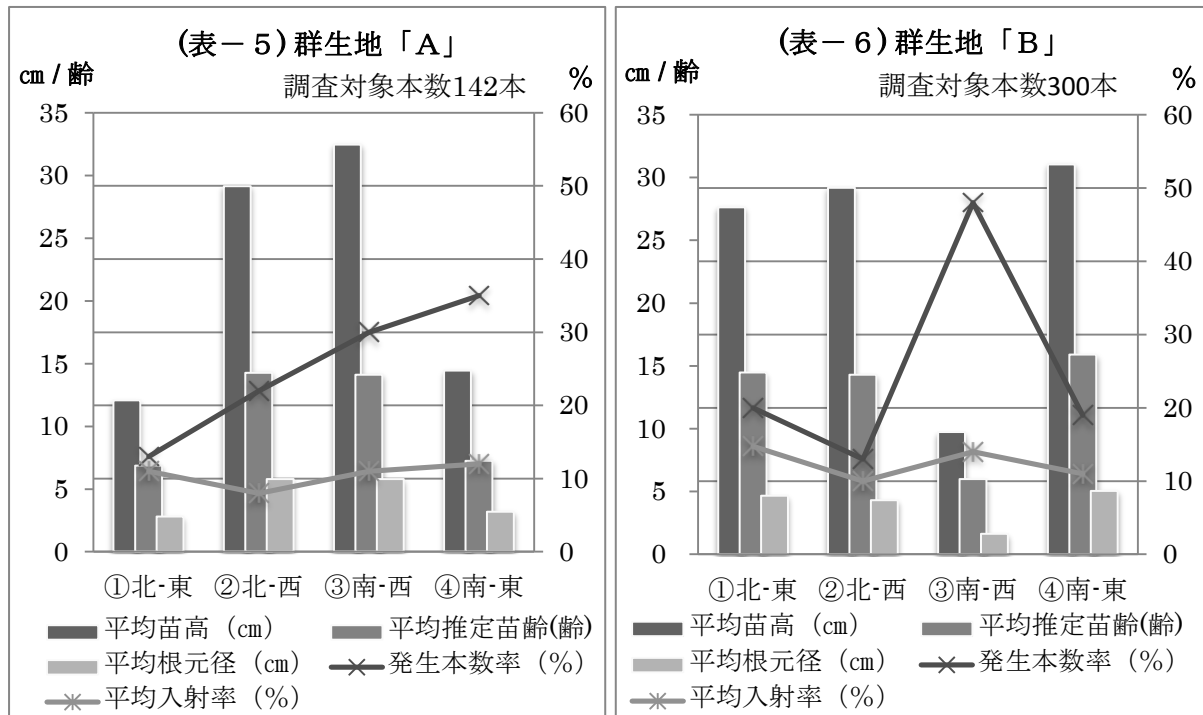
また、上記②における分析結果において、「唯一の例外」となった群生地「B」南西では、発生本数率・平均入射率とも上位ブロックでありながら、苗の生育状況が

最低となり、発生初期の実生苗にとっては過剰な受光量のため、乾燥、消失を引き起こしているとも推測された。

(推定苗齢と苗高の関係)



(方位別 実生苗生育状況・発生本数率・平均入射率)



これらの結果から、日本においては太陽の軌道が南よりのため、全方位において、光が差し込んでくる南方向の入射率の影響を受けやすいと推測される。

よって、「南方向における光環境の整備がより重要である」と考え、南方向に絞り込み、受光量調査の結果分析を進めることとした。

(2) 受光量調査結果

① 間伐前

(表-7)のとおり、「枯90」で、南方向平均入射率が平均10%を下回ったのに対し、「健全90」「トワ90」では10%をわずかに上回った。

「A」「B」では、毎木調査結果において、11%で実生苗の成績が良かったことから、南方向における平均入射率が最低11%必要であると考えられる。

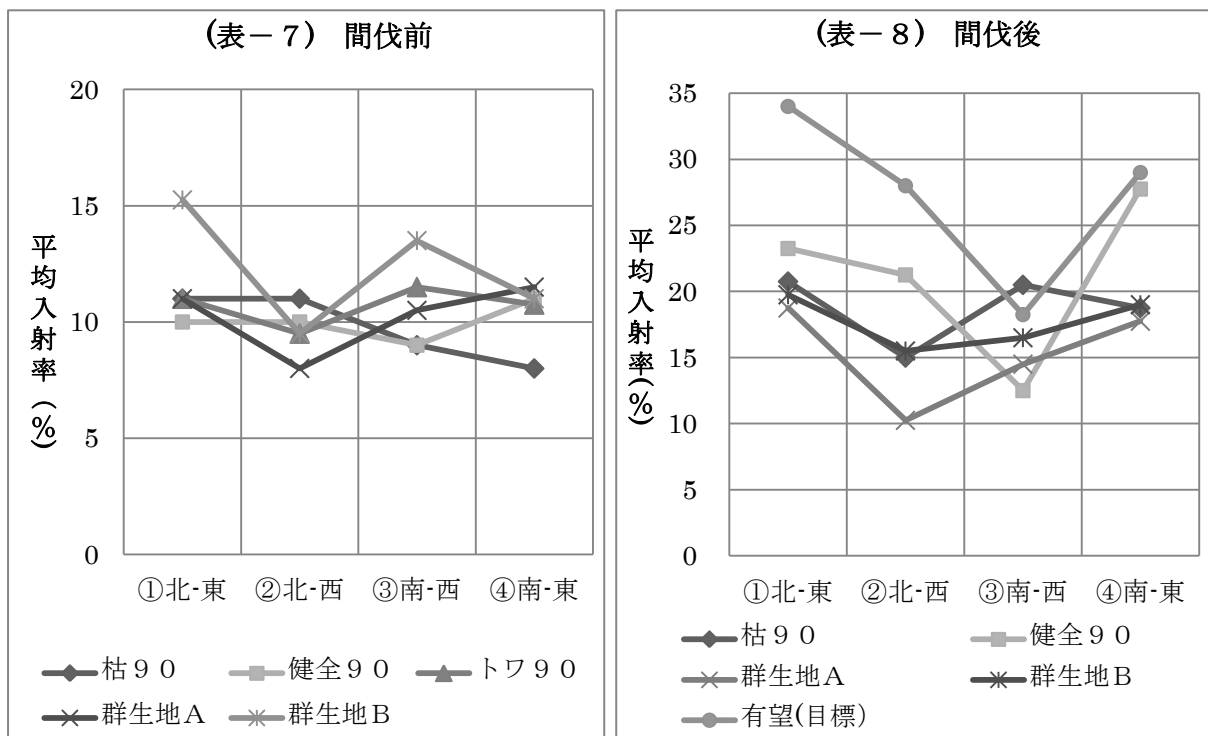
ただし、立ち枯れが進行している現状からこの先の成長が望めず、いずれのポイントも近い将来立ち枯れることが予想された。

② 間伐後

立ち枯れが予想されたのち、間伐が行われた調査ポイントでは、どの程度の光環境改善が図られたのか、将来目標と位置付けた「有望」(表-1参照)における平均入射率と比較したところ、(表-8)のとおり、「枯90」南西以外、「有望」に至らなかった。よって、早めの光環境整備を計画し、将来目標率に導くべきである。

そのほか、折れ線グラフの線形が最も「有望」に似通っている「健全90」については、南東のみの光環境の改善によって、どの程度の成長が見込めるのか注視したい。

(間伐前・後における方位別平均入射率)



5. 調査結果のとりまとめ

以上の調査・分析結果から、次の3点が明らかになった。

- (1) 全方位において、南方向からの受光量の影響を強く受けるため、南方向の光環境整備が重要である。
- (2) 南方向における平均入射率が各々 11% あれば、最大苗高 90 cm クラスもしくは推定苗齢 25 年生程度まで成長可能である。
- (3) (2) 以降も成長を継続させるためには、将来目標とした「有望」における南方向の平均入射率へ短期間で移行させることが重要である。

6. 天然更新技術の一考察

上記取りまとめ結果にもとづき、天然更新に向けた施業の一考察を行った。

(1) 実施手順

- ① 稚樹は、群状に発生していることから、成績のよいエリアを選抜する。
- ② 選抜エリアの中心点から、最低太陽高度(平均気温 5℃以上の期間内)における最長入射距離(下式のとおり)を半径とする円内を「中心地の成長に影響を与えるエリア」とし、南方向(南側半円)を重点的に間伐する。

$$\text{最長入射距離} = \text{平均樹高} \div \tan(\text{最低太陽高度角})$$

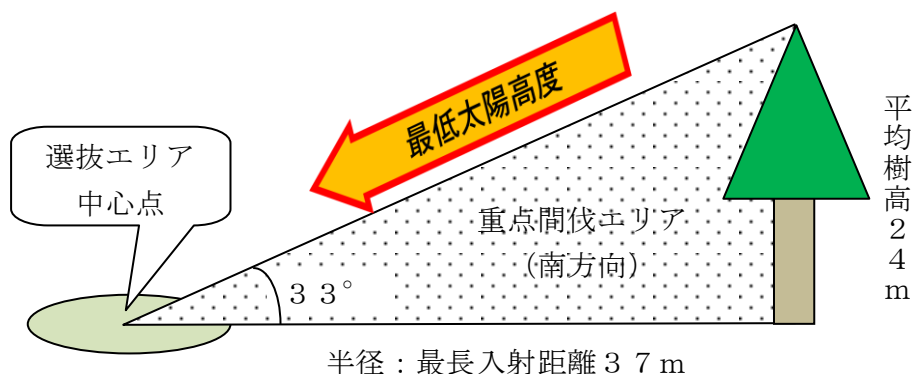
(例) 今回の調査地の場合(図-3 参照)

間伐標準地調査野帳より、平均樹高 24 m、最低太陽高度 33°

$$\therefore \text{最長入射距離} = 24 \text{ m} \div \tan 33^\circ \approx 37 \text{ m}$$

- ③ ②で決定したエリアを5千分の1図に図示のうえ、エリア内南方向の地形、生育樹種に応じて、隣接小班を含めた施業、その他保育作業を併行して検討する。

(図-3) 最長入射距離イメージ図(平均樹高 24 m の時)



7. 最後に

今後は、南東方向の平均入射率が、将来目標値に最も近似している「健全 90」の経過観察を中心に、南方向に重点を置いた施業の有効性を実証するとともに、現在被圧状態にある将来有望な天然更新木を上層木へ仕立てるための光環境整備を目標としたい。