

## 植生保護柵を用いた丹沢のブナ等冷温帯森林の再生 — 天然更新と植栽の試験から —

田村 淳\*・谷脇 徹\*・井田忠夫\*\*・中西のりこ\*\*・吉田直哉\*\*

### Restoration of cool temperate deciduous forests inside deer-proof fences in the Tanzawa Mountains: a comparison of natural regeneration and planting seedlings

Atsushi TAMURA\* , Tooru TANIWAKI\* , Tadao IDA\*\* ,  
Noriko NAKANISHI\*\* , Naoya YOSHIDA\*\*

#### 要 旨

田村 淳・谷脇 徹・井田忠夫・中西のりこ・吉田直哉：植生保護柵を用いた丹沢のブナ等冷温帯森林の再生—天然更新と植栽の試験から— 神奈川県自環保セ報告 14 : 67-73, 2016  
丹沢ブナ林の林冠の衰退状況が異なる3つの林床植生型（スズタケ退行型、高茎草本型、ミヤマクマザサ型）の計5地域21調査区において、植生保護柵の有無を考慮した天然更新試験を実施して、5年後の時点で更新木の種数や個体数を林床植生型間で比較した。また、3地域の柵内で植栽試験を実施して、天然更新と同様に5年後の時点で相対生存個体数と樹高を比較した。天然更新試験では更新木の種数はスズタケ退行型と高茎草本型で同程度であったが、ミヤマクマザサ型では少なかった。柵内において、樹高30cmより高い更新木はスズタケ退行型で60～1,008本/100m<sup>2</sup>、高茎草本型では43～940本/100m<sup>2</sup>、ミヤマクマザサ型では5～10本/100m<sup>2</sup>あった。柵外では柵内よりも更新木は少なかった。これらの結果から、スズタケ退行型と高茎草本型では柵の設置のみで冷温帯森林の再生が可能であると考えられた。植栽試験では樹種により相対生存個体数は異なるものの、ほとんどの樹種が植栽して5年後に個体数の70%以上が生育して、樹高も成長していた。植栽は確実な再生手法であるものの、再生すべき地域が丹沢大山国定公園特別保護地区であり県絶滅危惧種のホットスポットでもあることや、苗木の遺伝的な構成の偏りといった問題があるため、実施にあたっては慎重さが求められる。

#### I はじめに

丹沢の冷温帯の森林を代表するブナ林は1980年代から衰退するようになった（丸田・臼井 1997；山根ら 2007）。それに対して当センター研究連携課の前身の県林業試験場では1992年からブナ林の再生試験が始められ、ブナやウラジロモミなどの植栽木にツリーシェルターや、樹木を小面積に高密度に

植栽して蚊帳のように魚網をかぶせたマイクロエコシステムという手法を開発して（中川 1996）、追跡調査も行ってきた（田村・中川 2008）。その一方で、ニホンジカ（以下、シカ）により衰退した林床植生の回復対策として1997年から植生保護柵（以下、柵）が、当センター自然公園課の前身の県丹沢大山自然公園管理事務所により設置されてきた。柵の設置場所は主にブナ林の林冠下であったため、ブナ等樹木

\* 神奈川県自然環境保全センター研究企画部研究連携課（〒243-0121 厚木市七沢 657）

\*\* 神奈川県自然環境保全センター自然保護公園部自然公園課（〒243-0121 厚木市七沢 657）

表1 調査地の概要

地域	堂平		天王寺		丹沢山(津久井)			檜洞丸		丹沢山(清川)	
調査区名	林冠	ギャップ	林冠	ギャップ	1	2	3	A	B	A	E
対照区(柵外)の有無	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○
調査区数	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
開空度(%)	17	20	19	22-26	32-48	32-50	42	26-33	62-64	40-49	35-46
標高(m)	1,190		1,320		1,540-1,553			1,520	1,550	1,470-1,530	
林床植生型	スズタケ退行		スズタケ退行		高茎草本			高茎草本		ミヤマクマザサ	
植生保護柵設置年	2006		2007		2010			2005	2010	2008	
調査実施年	2011		2012		2015			2010	2015	2013	

が枯死して形成された林冠ギャップ（以下、ギャップ）については後回しになっていた。

その後2000年に自然環境保全センターが設立され、2004年から2006年に行われた丹沢大山総合調査においてブナ林の再生が要望されて、新たな再生事業が始まった。ブナ林の衰退地域が丹沢大山国定公園特別保護地区であり、これまで自然力により成立してきたブナ等の冷温帯森林であることから、この事業のねらいは、天然更新による森林再生の可能性を検証することと、一方で天然更新による再生が困難な場合も考えられることから植栽を試行することとした。いずれにしてもシカの採食影響の強い地域であるため柵の設置を前提とした。そこで、この事業では、当センター自然公園課が柵の設置と苗木の植栽を担当して、研究連携課が苗木づくりのために事業予定地での種子採取と稚樹及び苗木の追跡調査を担当した。事業の実施場所については、オゾンのリスクを考慮してブナ林の分布する標高帯のなかで低い地域から実施することになり（丹沢大山総合調査実行委員会調査企画部会 2006）、2006年に堂平で、2007年には天王寺尾根、2008年には丹沢山、2010年には檜洞丸で行った。各地域ではギャップの大きさが異なる場所に複数の柵を設置して、柵内外に天然更新の調査区をつくり、天王寺尾根を除く場所では柵内に植栽も行った。

本報告では、天然更新と植栽の試験を開始して5年～9年が経過してモニタリングデータが蓄積してきたことから、事業実施後5年時点の天然更新木（以下、更新木）と植栽木の生育状況から、森林再生の可能性とそのあり方を検討したものである。なお、天然更新の詳細な報告は、別途田村ら（投稿準備中）で論じる予定である。

## II 調査地と方法

### 1 調査地

調査地は、ブナなど高木の枯死で形成された大小のギャップが見られる5地域を選定した（表1）。いずれも丹沢大山国定公園特別保護地区内である。この5地域のギャップまたは林冠下に柵を複数基設置して、柵内外に調査区を配置した。柵内外を含めた調査区数は合計21である（表1）。相観と優占種に基づく林床植生型は、スズタケ退行型が2地域7調査区、高茎草本型が2地域10調査区、ミヤマクマザサ型が1地域4調査区である。スズタケ退行型は植物社会学でいうヤマボウシブナ群集（宮脇ら1964）に、高茎草本型はオオモミジガサブナ群集（宮脇ら1964）に相当する。ミヤマクマザサ型はニシキウツギ低木群落（宮脇ら1964）とオオモミジガサブナ群集の退行相（大野・尾関1997）またはイトスゲリョウブ群集（大野・尾関1997）に相当する。各林床植生型の開空度は、スズタケ退行型では17～26%（平均20.2%）、高茎草本型では26～64%（平均43.0%）、ミヤマクマザサ型では35～49%（平均42.3%）であり、スズタケ退行型の調査区は他の2林床植生型よりも開空度は有意に低かった（クラスカル・ウォリス検定とシェフェ検定、スズタケと高茎草本間； $p=0.0031$ 、スズタケとミヤマクマザサ間； $p=0.0219$ ）。なお、開空度は、各調査区内の2つの2m×10m方形枠を含む矩形の四隅と中心の5地点において、レンズ面の高さが1mの位置でニコンCoolPix4500とフィッシュアイコンバータFC-E8を用いて天空写真を撮影した。撮影した天空写真は、国立環境研究所の竹中明夫氏が作成した全天空写真解析プログラムCanopOn2（URL（<http://takenaka-akio.cool.ne.jp/etc/canopon2/>））を利

表 2 植栽した地域における樹種と植栽本数の一覧

樹種	地域		
	堂平	檜洞丸	丹沢山 (清川)
アオダモ		28	
イタヤカエデ			39
サワグルミ			166
シオジ	175		
シナノキ		35	
ナナカマド		50	
フジイバラ			5
ブナ	373		65
マユミ			77
ミズキ			17
ヤブデマリ		85	
合計	548	198	369
植栽した柵の面積 (m <sup>2</sup> )	3,837	2,491	5,141
100m <sup>2</sup> あたりの本数	14	8	7

表 3 更新木の樹種特性とハビタットタイプ

種名	科名	生活型	散布型	ハビタットタイプ
ブナ	ブナ	高木	重力	ブナ林種
シナノキ	アオイ	高木	風	ブナ林種
イヌシデ	カバノキ	高木	風	ブナ林種
クマシデ	カバノキ	高木	風	ブナ林種
サワシバ	カバノキ	高木	風	ブナ林種
ミズメ	カバノキ	高木	風	ブナ林種
ヒコサンヒメシヤラ	ツバキ	高木	重力	ブナ林種
カマツカ	バラ	小高木	動物	ブナ林種
ウラジロモミ	マツ	高木	風	ブナ林種
ヤマボウシ	ミズキ	高木	動物	ブナ林種
イトマキイタヤ	ムクロジ	高木	風	ブナ林種
コミネカエデ	ムクロジ	小高木	風	ブナ林種
アラゲアオダモ	モクセイ	高木	風	ブナ林種
ホオノキ	モクレン	高木	動物	ブナ林種
マメヅク	グミ	小高木	動物	低木林種
ニシキウツギ	スイカズラ	小高木	風	低木林種
ユモトマユミ	ニシキギ	小高木	動物	低木林種
マメヅクラ	バラ	小高木	動物	低木林種
ミヤマイボタ	モクセイ	小高木	動物	低木林種
オオバアサガラ	エゴノキ	高木	重力	その他
ミヤマヤシヤブシ	カバノキ	小高木	風	その他
サワグルミ	クルミ	高木	風	その他
ミヤマザクラ	バラ	高木	動物	その他
ミズキ	ミズキ	高木	動物	その他
チドリノキ	ムクロジ	小高木	風	その他
シオジ	モクセイ	高木	風	その他
ミヤマアオダモ	モクセイ	小高木	風	その他

用して開空度を算出した。

植栽は天然更新試験を実施した5地域のうち堂平と檜洞丸、丹沢山(清川)の3地域で行った。

## 2 調査方法

天然更新の試験では5地域の21調査区に2m×10mの方形枠を2個ずつ設置して、方形枠内の高さ5cm以上の更新木を対象として、ナンバーテープを付けて個体識別して樹種を記録するとともに樹高を測定した。対象とした更新木は、『神奈川県植物誌2001』(神奈川県植物誌調査会 2001)で高木または小高木とされた樹種である。

植栽試験を実施した3地域の植栽木の樹種と本数は表2のとおりである。植栽木は事業実施予定の各地域において10月下旬に果実のあった樹種から複数の個体を選び、それぞれから種子採取して苗畑で1～3年育苗したものである。3地域の周辺樹木の種組成が異なることや樹種による豊凶があるため、

地域により植栽した樹種及びその本数は異なった(表2)。種子採取から育苗は神奈川県山林種苗協同組合に委託して行なわれた。植栽は堂平と丹沢山(清川)では柵の施工業者が、檜洞丸ではボランティアを募って実施した。植栽時期は10月以降12月までである。植栽木の調査では、天然更新試験と同様にナンバーテープで植栽木を個体識別して、連年10～11月に生残を確認して生存の場合は樹高を測定した。

## 3 解析方法

更新木のハビタットタイプを、丹沢における過去の植物社会学的調査(宮脇ら 1964; 大野・尾関 1997)を参照して、「ブナ林種」、「低木林種」、「その他」に3区分した(表3)。「ブナ林種」は、ヤマボウシ・ブナ群集とオオモミジガサ・ブナ群集における出現頻度が20%以上のものとした。「低木林種」はイトスゲ・リョウブ群集やウツギ・ニシキウツギ群落(大野・尾関 1997)において出現頻度が20%以上の樹種、または現地で風衝低木林を構成している樹種とした。マメヅクラとユモトマユミ、ミヤマイボタはブナ群集とイトスゲ・リョウブ群集からウツギ・ニシキウツギ群落の両方で出現頻度が20%以上であるが、現地の優占状況を考慮して「低木林種」とした。これらに含まれない樹種は「その他」に区分した。

各調査区において、樹高30cmを閾値として30cmよりも高い個体数をハビタットタイプ毎に集計した。30cmを閾値としたのは、既報で天然更新の完了基準として30cmが用いられることが多いことによる(谷本 1990; 田内 2010; 正木ら 2012)。

## III 結果

### 1 更新木の種数と種組成

樹高30cmよりも高い更新木の種数は柵内外で異なり、3つの林床植生型ともに柵内で多く、スズタケ退行型と高茎草本型では有意差が認められた(図1; マン・ホイットニーのU検定, スズタケ; p=0.0323, 高茎草本; p=0.0278)。また、柵内における平均種数はスズタケ退行型と高茎草本型では40m<sup>2</sup>あたり10種と同程度であったのに対して、ミヤマクマザサ型では3種と少なかった。

各調査区の開空度と更新木の種数との関係をみると、有意な相関関係は認められなかった(スピ

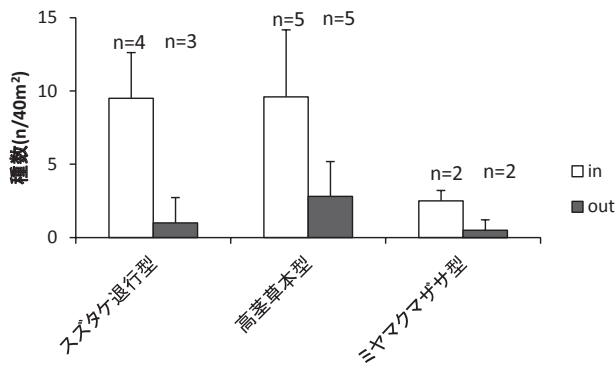


図1 林床植生型別の更新木の平均種数  
inは柵内区、outは柵外区、縦棒は標準偏差を示す。

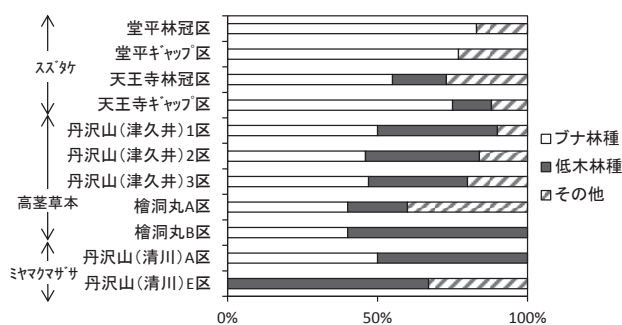


図2 柵内の調査区における更新木の種数に占めるハビタットタイプの比率  
左側のスズタケと高茎草本、ミヤマクマザサは林床植生型を示す。

アマンの順位相関係数;  $r^2=0.144$ ,  $p=0.1627$ 。

柵内の調査区の種数に対するブナ林種の比率はスズタケ退行型で高く、ミヤマクマザサ型では低く、低木林種の比率は逆の傾向を示した。(図2)。高茎草本型におけるブナ林種と低木林種の比率は、両林床植生型の間であった。

## 2 更新木の個体数

樹高30cmよりも高い更新木の個体数は柵内外で異なり、どの調査区も柵内で多かった(図3)。柵外にあった樹高30cmよりも高い更新木は、ブナ林種のカマツカやヒコサンヒメシヤラ、低木林種のミヤマイボタやユモトマユミであった。

柵内の個体数は調査区間でばらつき、林床植生型ではスズタケ退行型で60~1,008本/100m<sup>2</sup>(ha換算して6,000~100,750本)、高茎草本型では43~940本/100m<sup>2</sup>(ha換算して4,250~94,000本)、ミヤマクマザサ型では5~10本/100m<sup>2</sup>(ha換算して500~1,000本)であった(図3)。

## 3 植栽木の生残と樹高の推移

植栽時点の個体数を100%としてその後の個体数の比である相対生存個体数は樹種によって異なり、堂平のシオジと丹沢山(清川)のサワグルミ、檜洞丸のアオダモでは他の樹種と比較して低かった(図4)。他の樹種は植栽後5年を経過しても70%以上が生存していた。

植栽時点の樹高は樹種により異なるものの50~80cmの範囲にあった。植栽して5年後の樹高は、堂平のシオジを除いて当初よりも高くなっており、とくに丹沢山(清川)のミズキの平均樹高は200cmに達していた(図4)。檜洞丸の植栽木は植栽後5年を経過しても100cm内外であった。

## IV 考察

### 1 天然更新による森林再生

シカの採食影響下の柵外区では更新木の種数も個体数も少なかったことから(図1、図3)、シカの生息密度が高い地域の森林の再生にあたっては柵を設置することが必要不可欠である。以下では、それを前提にして柵内の各林床植生型による森林再生を検討する。

天然更新の完了基準として、森林施業の分野でいくつかの基準が報告されている。本報告で対象とした天然林の再生と森林施業のための基準は同じではないものの一つの参考になる。ブナの天然更新施業地における更新完了基準は、樹高30cm以上のブナが3,000本/ha以上あること(谷本1990)と報告されている。また、全国の広葉樹の更新完了基準をまとめた報告(田内2010;正木ら2012)によると、施業後2~6年目の時点で樹高30cm以上の更新木が2,000~10,000本/haあれば更新完了とみなされる場合(田内2010)と、施業後5年目の時点で樹高30cm以上の更新木がhaあたり3,000~5,000本あれば更新完了とみなす場合(正木ら2012)がある。これらの基準を満たす最低ラインは樹高30cm以上の更新木がhaあたり3,000本あることになる。これを一つの目安として、各林床植生型の森林再生の可能性を検討する。

スズタケ退行型では更新木の種数が多く、ブナ林を構成する樹種の比率も高かったことから、時間がさらに経過すればブナ林に特有の樹種からなる冷温帯森林に推移すると考えられる。ただし、ブナ天然

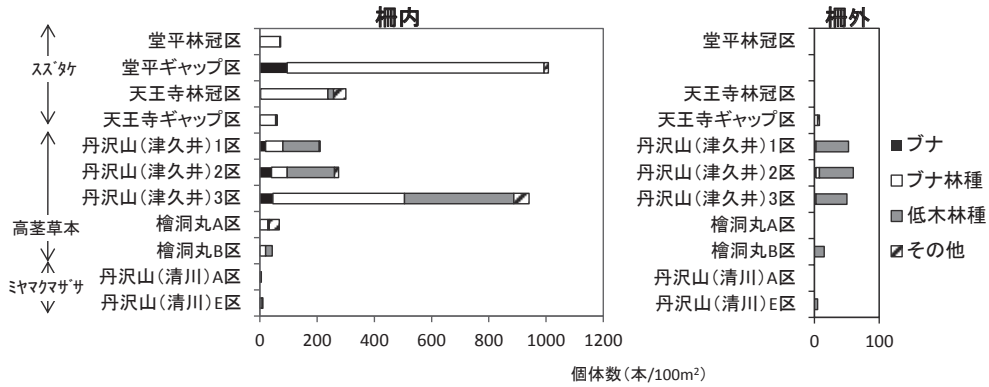


図3 柵設置後5年目の更新木の個体数  
 左は柵内、右は柵外。左右の図で横軸の目盛幅が異なることに注意。ブナはブナ林種に区分されるが、この図では「ブナ」として別に示した。

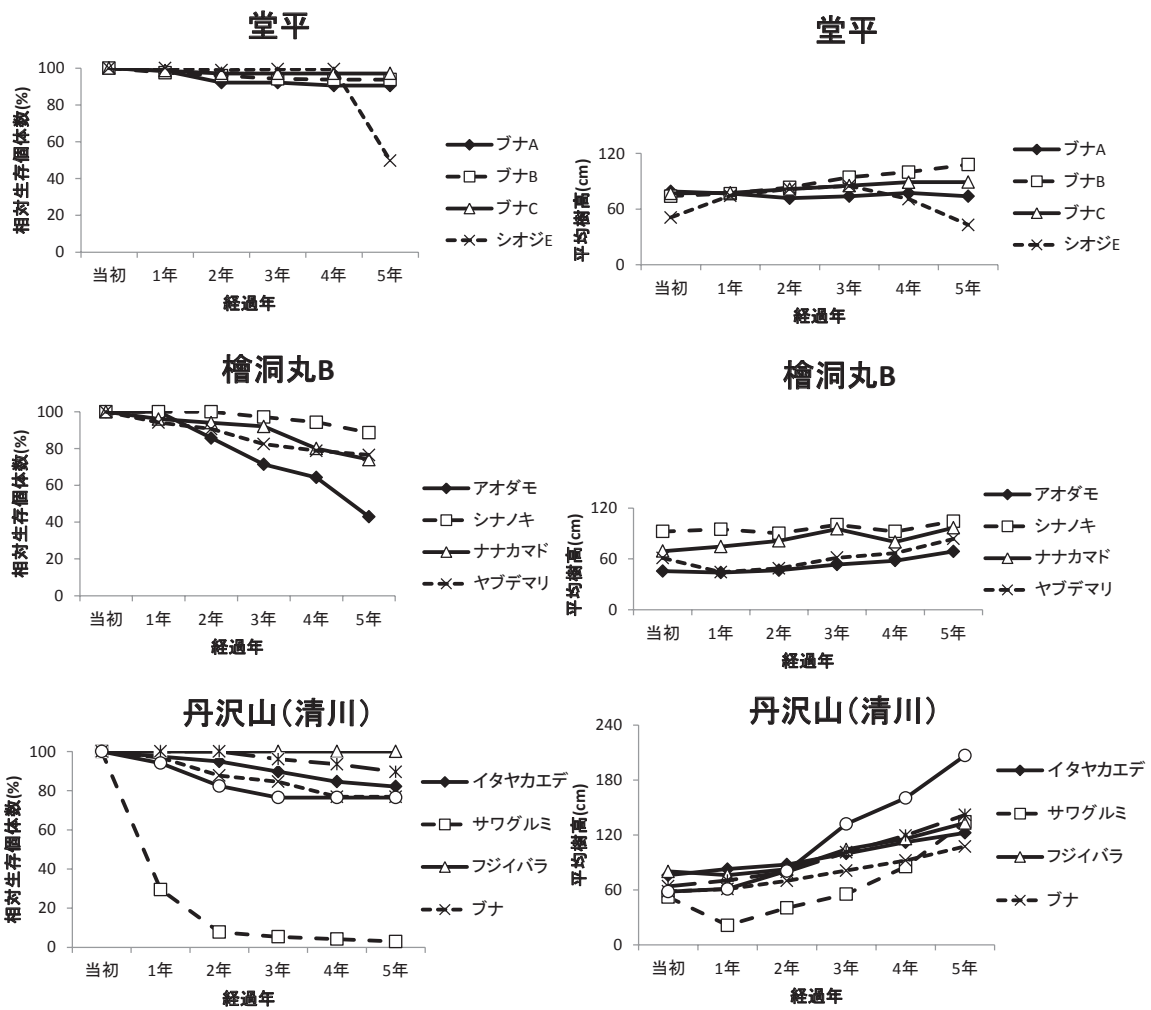


図4 植栽木の相対生存個体数(左)と平均樹高(右)の推移  
 堂平のA～Dは試験区(植生保護柵)の違いを示す。

更新施業地の事例では更新完了と判断された場所においてその後の追跡調査によりブナが優占していない場合があり、将来の優占木の判定には長期の継続調査が必要であるといわれている(正木ら 2003; 杉田ら 2006)。そのため、本調査地においても継続

調査が必要である。

高茎草本型では調査区により更新木の個体数にばらつきはあるものの、更新木の種数は風衝低木林に特有の樹種を含めるとスズタケ退行型と同程度に多く、個体数の少ないところでも4,000本/ha以上の

更新木があり、一定数の更新木は確保できたと考えられる。したがって高茎草本型は、ブナ林に特有のイトマキイタヤとヒコサンヒメシャラや低木林に特有のミヤマイボタやニシキウツギなどの樹種の混交林に推移すると考えられる。

この林床植生型の全層群落であるオオモミジガサーブナ群集について、50年以上前に現地を調査した宮脇ら(1964)は、本群集の立地は風衝地であるため一度破壊された林分の回復は困難であると指摘している。また、宮脇ら(1964)は、丹沢の稜線付近ではブナ林のマント群落としてのニシキウツギを主とした低木林が広く見られると報告している。本調査におけるこの林床植生型の調査区の開空度は26～64%と高かったため、まずはニシキウツギなどの風衝低木林の構成種によりギャップを修復させることが植生遷移に則った方法であると考えられる。

ミヤマクマザサ型では、調査区の開空度は35～49%と高く、更新木の種数と個体数も少なく、ハビタットタイプでいう低木林種やその他の樹種の個体数を含めても500～1,000本しかなかった。この林床植生型の全層群落はニシキウツギ低木群落かオオモミジガサーブナ群集の衰退相またはイトスゲリョウブ群集である。現状ですでに風衝作用を強く受けているため、時間が経過してもギャップの修復は困難で、現状と同様の疎林の状態が続くと推察される。

以上のことから、各林床植生型により森林再生の目標林型とそのポテンシャルは異なると考えられた。ギャップが大きくなるほど風衝作用も強まるため、ギャップの小さいうちに、あるいは林冠が閉鎖した状態のうちに、ブナ林を保護すること、すなわち柵を設置するなどして後継稚樹群を林床に蓄積させておくことが重要である。

## 2 植栽による森林再生

本事業の植栽は試験的に行ったものである。これは、本来は自然力に委ねるべき国定公園特別保護地区において、植栽の是非を慎重に検討するようという意見が丹沢大山総合調査実行委員会からあったことによる。

植栽試験の結果は短期的には森林再生の確実な方法である可能性を示している。その理由としては、植栽後5年経過して70%以上の個体が生育している

樹種がほとんどであり、樹高も高くなっていたこと、天然更新木の少ない丹沢山(清川)においても植栽木の生存個体は多く、ミヤマクマザサの稈高を越えている植栽木もあったことがあげられる。

その一方で、植栽には限界や様々な問題も指摘されている。小池(2001)は、「植えて育つレベル」と「群集内で個体群を維持できるレベル」を分けて考える必要があること、相観のみの極相林の復元は比較的簡単であるが本来の種組成を持った極相林の人工的な造成や遷移による自然な復元は、かつて考えられていたよりも非常に難しいことを指摘している。また、植栽の欠点として、特定の少数の母樹による苗木の遺伝的な構成の偏り(金指 2007)や苗木の土に含まれて雑草種の種子を持ち込む可能性がある。さらに、本論で対象としたブナ林の衰退が進む地域はオオモミジガサーブナ群集域であり、この群集域はクルマユリやハルナユキザサなど神奈川県絶滅危惧種のホットスポットである(田村ら 2005)。そのため、植栽する対象面積が広がったり苗木の本数が多いと、踏圧や植栽木による被圧、苗木の土から発生した他種との競争により絶滅危惧種が消失する可能性も否定できない。

相対生存個体数の低い樹種が3種あったのは、それぞれで理由が異なる。堂平でのシオジの相対生存個体数が低かったのは、シオジのみを植栽した柵が2010年に破損したことによる。丹沢山(清川)のサワグルミは植栽翌年から相対生存個体数が30%へ低下して、状況は梢端枯れを起こしていたことから、水ストレスを受けたことによる枯死と考えられた。植栽時に梢端を切り落とすなどの作業が必要であったと考える。檜洞丸のアオダモで相対生存個体数が低くなった理由は不明である。

植栽と天然更新を比較してみると、植栽は初期の樹高の点で有利であるものの、面積あたりの種数や個体数は天然更新にはかなわないように、それぞれ一長一短がある。上述したようにスズタケ型の林床であれば柵の設置のみでブナ林構成種の森林に再生できる可能性があるし、高茎草本型の林床であれば開空度が高くても柵の設置で風衝低木林の構成種を主体とした天然更新木を一定数確保できる。したがって、国定公園特別保護地区では無理に植栽せずに柵の設置と植生遷移に委ねることで森林再生をはかることが可能と考えられる。ただし、ブナの生育する標高帯でスギやヒノキ人工林を広葉樹林に林種

転換する場合、広葉樹の種子供給源に限られるため、オゾン等のリスクも考慮したうえで地域性苗木を植栽することは一手法である。いずれにしても、森林再生には長時間を要するので、定期的なモニタリングが重要である。

## V 謝辞

本研究に関わる現地調査では、中山博子、長澤展子、村上美奈子、酒井明子、谷脇美雪、北山紀代子、浜岡史子、永井たまき、大津千晶、巽友紀、三橋正敏、鈴木藤子、柳川美保子、原島範子、支倉千賀子、深町篤子、石田祐子、山本幸子、安西直輝の各氏にご助力をいただいた。また現地調査の一部は、(株)豊産業と(株)地域環境計画、遊緑地設計(有)に委託したものである。それぞれの主任技術者には現地調査と報告書のとりまとめでお世話になった。以上の方々に深く感謝申し上げます。なお本研究は平成18年からの丹沢大山植生回復対策事業費を用いて実施したものである。

## VI 引用文献

神奈川県植物誌調査会 (2001) 神奈川県植物誌 2001. 1580pp, 神奈川県立生命の星・地球博物館, 小田原.

金指あや子 (2007) 遺伝的多様性の保全. 117-129. 主張する森林施業論. 森林施業研究会編, 395pp, 日本林業調査会, 東京.

小池文人 (2001) 極相林高木種の植栽による「ふるさとの森づくり」と community の復元. 植生情報 5: 50-54.

丸田恵美子・臼井直美 (1997) 檜洞丸における森林被害の状況. 78-80. 丹沢大山自然環境総合調査報告書. (財) 神奈川県公園協会・丹沢大山自然環境総合調査団企画委員会編, 635pp, 神奈川県環境部, 横浜.

正木 隆・杉田久志・金指達郎・長池卓男・太田敬之・櫃間 岳・酒井暁子・新井伸昌・市栄智明・上迫正人・神林友広・畑田 彩・松井 淳・沢田信一・中静 透 (2003) 東北地方におけるブナ林天然更新施業地の現状—二つの事例と生態プロセス—. 日林誌 85: 259-264.

正木 隆・佐藤 保・杉田久志・田中信行・八木橋 勉・小川みふゆ・田内裕之・田中 浩 (2012) 広葉樹の天然更新完了基準に関する一考察—苗場山ブナ天然更新試験地のデータから—. 日林誌 94: 17-23.

宮脇 昭・大場達之・村瀬信義 (1964) 丹沢山塊の植生. 54-102. 丹沢大山学術調査報告書. (財) 国立公園協会編, 477pp, 神奈川県, 横浜.

中川重年 (1996) 丹沢水沢に植栽した広葉樹におけるツリーシェルターの成長促進効果について. 神奈川県森林研究所研究報告 22: 19-26.

大野啓一・尾関哲史 (1997) 丹沢山地の植生 (特にブナクラス域の植生について). 103-121. 丹沢大山自然環境総合調査報告書. (財) 神奈川県公園協会・丹沢大山自然環境総合調査団企画委員会編, 635pp, 神奈川県環境部, 横浜.

杉田久志・金指達郎・正木 隆 (2006) ブナ皆伐母樹保残法施業試験地における 33 年後, 54 年後の更新状況—東北地方の落葉低木型林床ブナ林における事例—. 日林誌 88: 456-464.

田村 淳・入野彰夫・山根正伸・勝山輝男 (2005) 丹沢山地における植生保護柵による希少植物のシカ採食からの保護効果. 保全生態学研究 10: 11-17.

田村 淳・中川重年 (2008) 設置後 10 ~ 15 年経過したツリーシェルター試験地と植生保護柵試験地における樹木の生育状況. 神奈川県自然環境保全センター報告 5: 71-78.

谷本丈夫 (1990) 広葉樹施業の生態学. 245pp, 創文, 東京.

田内裕之 (2010) 広葉樹林化の目標林型と更新基準. 森林科学 59: 22-25.

丹沢大山総合調査実行委員会調査企画部会 (2006) 丹沢大山自然再生基本構想—人も自然もいきいき「丹沢再生」—. 136pp, 丹沢大山総合調査実行委員会, 横浜.

山根正伸・藤澤示弘・田村 淳・内山佳美・笹川裕史・越地 正・斎藤央嗣 (2007) 丹沢山地のブナ林の現況—林分構造と衰退状況—. 479-484. 丹沢大山総合調査学術報告書. 丹沢大山総合調査団編, 794pp, (財) 平岡環境科学研究所, 相模原.