

丹沢のブナ林衰退地における天然更新の状況

— 再生事業地における3年後の調査から —

田村 淳*・谷脇 徹*・井田忠夫**・中西のりこ**・吉田直哉**

Regeneration of tree seedlings 3 years after restoration project on declining beech forests in the Tanzawa Mountains

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

要 旨

田村 淳・谷脇 徹・井田忠夫・中西のりこ・吉田直哉：丹沢のブナ林衰退地における天然更新の状況—再生事業地における3年後の調査から— 神自環保セ報9:119-126, 2012 丹沢のブナ林が衰退した4地域に植生保護柵の有無を考慮した14試験区を設定して、開空度と草本層植被率、散布種子数、高木性樹種の更新木の関係を解析した。柵内の試験区において、開空度が高いと草本層の植被率は高く、散布種子数は少ない傾向があり、更新木の密度は低かった。柵内で開空度が20%未満の試験区では更新木の密度は3.4~53.5本/m²あり、樹種によって樹高は30cmを超えて柵外よりも高かった。一方、柵外では開空度が高いほど更新木の種数は少なく、樹高は柵内よりも低かった。以上のことから、開空度20%以上のギャップではシカの影響の有無に関わらず天然更新による自然林の再生は困難であると考えた。一方で天然更新の可能性が高まるのは、開空度が20%未満で散布種子が多いこと、草本層の植被率が低いこと、シカが低密度であることが条件であると考えた。今後も更新木を追跡調査することで、ブナ林衰退地の開空度や草本層植生などの状況に応じた森林再生方法を検討していく予定である。

I はじめに

丹沢のブナ林衰退の原因解明とブナ林再生のためのプロジェクト研究が当センターの前身の神奈川県林業試験場で1992年から始められ、現在に至っている。その過程で、ブナの衰退要因はオゾンと水分ストレス、ブナハバチの3つに絞込まれた(山根ほか, 2007 a)。また衰退原因解明の一環で山岳気象観測システムを丹沢の4か所に設置しオゾンや気象モニタリングを継続している(山根ほか, 2007 b)。ブナ林再生の当初の取り組みでは、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、小面積に

樹木を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が用いられてきた(中川, 1996; 田村・中川, 2008)。

2006年からは、丹沢大山自然再生計画(神奈川県, 2007)に位置づけられる新たなブナ林再生の事業が開始された。これはツリーシェルターの試験地は必ずしもブナ林が衰退、枯死している地域ではなかったため、ブナ林の衰退が実際に起きている場所においてブナ等自然林の再生が望まれるようになったことによる。この事業では当センター自然公園課が植生保護柵(以下、柵)の設置と苗木植栽を担当し、研究連携課が追跡調査を担当している。事業の実施

* 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 神奈川県厚木市七沢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 神奈川県厚木市七沢657)

場所は、オゾンのリスクを考慮して実際にブナが枯死している地域のなかで標高の低い堂平から実施することになった(丹沢大山総合調査実行委員会調査企画部会, 2006)。ブナ林が衰退している場所は、丹沢大山国定公園特別保護地区で生物多様性の保全や自然の推移に委ねることを原則とした地域である。そのため、特別保護地区での植栽の是非を慎重に検討すべきという意見もあり、植栽は試験的に行った。植栽にあたっては遺伝的攪乱の防止のために、試験予定地で2006年と2007年に種子を採取して育成した苗木を用いた。地域によって植栽樹種は異なるものの、ブナのほかにオオイタヤメイゲツ、イトマキイタヤ、シナノキ、アオダモなどを植栽した。こうした植栽に加え天然更新の試験地を設定して更新木を追跡調査している。

衰退したブナ林を再生するためには、上記再生事業を実施しながら定期的に結果をとりまとめ、現状と課題を明らかにして、次の事業に役立てるという実証的かつ順応的な取り組みが必要である。その際、衰退したブナ林での天然更新による再生の調査事例はほとんどないものの、樹木の天然更新の知見を適用できる可能性がある。すなわち、ブナに関する研究はこれまでに多く行われ、種子の豊凶や種子散布、実生の定着、成長の知見が集積している(片岡, 1982; 前田, 1988; 寺沢, 1997)。また近年はブナの日本海側と太平洋側の背腹性に焦点をあてた研究が行われ、積雪とブナ個体群の更新の関係性は緊密なものであることが明らかにされている(本間, 2003)。これらの種子散布や実生の定着・成長に関する研究は閉鎖した林冠下で行われたものが多く、丹沢のようにブナ林が衰退した大規模ギャップ(林冠疎開地)において、ブナを含む冷温帯自然林の高木種の種子散布や更新については知見が不足している。また、天然更新では一般に種子散布制限と実生定着制限がある(正木, 2008)。これを丹沢のブナ林衰退地にあてはめると、種子散布制限についてはギャップが大きいほど種子が散布されない可能性が高いことを意味している。実生定着制限については、発生した実生が同所に生育する他の植物種に被圧されることやシカの採食で定着できない可能性がある。

そこで、本研究では、2006年から実施しているブ

ナ林再生事業地において天然更新の状況を調べた。本研究の目的は、ギャップにおいてブナなど高木種の天然更新による自然林の再生の可能性を検討することである。具体的には、ギャップの大きさと草本層の植生タイプが異なる4地域のブナ林の植生保護柵内外に14試験区を設定して、2007年から林分構造や高さ1.5m未満の草本層の植生、高木性樹種の更新木の樹高、散布種子、開空度を調べた。柵を設置して3年後のデータから、開空度と植被率、散布種子数、更新木の密度の関係をそれぞれ解析した。

なお、本研究での目標林型は、天然更新施業地というブナ林ではなく、ブナを含む冷温帯落葉広葉樹林の構成樹種による高木林とした。またギャップとは一般的に単木または小集団の枯死した場所で、面積は200 m²以下を呼ぶ(真鍋, 2011)が、本報告では面積の広さによらず高木が集団で枯死してできたミヤマクマザサ草原や高茎草原もギャップと定義した。植栽木と天然更新木の生残や成長などについての詳細は、別報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4地域(堂平、天王寺、丹沢山、檜洞丸)である(表1)。いずれも丹沢大山国定公園特別保護地区である。この4地域のギャップないし林冠下に柵を複数基設置して、柵内外に調査枠を配置した。合計で14試験区である(表1)。

2 調査方法

4地域の14試験区に2 m×10 mの方形枠を2個ずつ設置し、各方形枠をさらに2 m間隔で5区分した。すなわち各試験区には2 m×2 mの枠が10個ある。植生調査は、各2 m×2 m枠において高さ1.5 mまでを草本層として全体の植被率と出現種の被度(＋～5の6段階)を記録した。また枠内の高さ5 cm以上の高木性樹種の実生(以下、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。開空度は、2つの2 m×10 m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。植生調査した14試験区のうち10試験区で0.15～0.25haの調査枠を設置して樹高1.5 m以上の樹木を対象に胸高直径、樹高を毎木調査した。散布種子の調査では、4地域のうち天王寺と丹沢山、檜洞丸の3地域の11試験区で9月以降11月下旬までシードトラップを10基ずつ設置して、2週間ごとに種子を回収した。シードトラップはウラベ科学の円形シードトラップ(受け口面積0.5 m²)を用いた。

3 解析方法

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 (<http://takenaka-akio.org/etc/canopon2/index.html>、2012年1月31日確認)を利用して開空度を算出した。開空度と植被率、更新木のそれぞれの関係ではスピアマンの順位相関係数を算出した。柵内外の樹高の比較では、それぞれで5本以上出現した樹種を対象に、堂平での3試験区間ではANOVAを用い、有意差の認められた際はシェフェ法で多重比較した。天王寺の柵内外の比較では二標本t検定を用いた。有意水準はいずれも5%とした。なお丹沢山と檜洞丸の試験区には柵内外の両方で5本以上出現した樹種はなかったため解析しなかった。

III 結 果

1 林分構造

毎木調査した10試験区のなかでブナの林分密度は多いところで233本/ha(檜洞丸A柵内区)、少ないところで0本/ha(丹沢山A柵内区)、平均で112本/haであった。このうち8試験区では、ブナが胸高断面積合計値に対する優占種であった(表2)。各試験区のブナの相対優占度は多いところで檜洞丸A柵内区の82%、少ないところで丹沢山A柵内区の0%であった。全体としてブナのほかにシナノキやイトマキイタヤ、オオイタヤメイゲツの優占度が高かった。

2 草本層の植被率

柵内では開空度と草本層の植被率に有意な正の相関関係が認められた(スピアマンの順位相関係数、 $p < 0.01$) が、柵外では開空度が低い試験区で植被率のばらつきが大きく有意差は認められなかった(図1)。同じ地点の柵内外の比較では、堂平(ギャップ柵内区)と天王寺C、檜洞丸Aにおいて柵内区の植被率は柵外区よりも高かった。

3 散布種子

散布種子の樹種組成は年次により変動した。林分構造における主要樹種の散布種子の年次変動をみると、2008年にはオオイタヤメイゲツが7試験区で最も多く種子が散布された。また、2009年には各試験

表1 調査地の概要と調査項目

	調 査 地 域 名			
	堂 平	天王寺	丹沢山	檜洞丸
試験区名	ギャップ柵内区	A柵内区	A柵外区	A柵内区
	林冠柵内区	A柵外区	A柵外区	A柵外区
	柵 外 区	C柵内区	E柵内区	B柵外区
		C柵外区	E柵外区	
標 高 (m)	1,190	1,320	1,470-1,530	1,520-1,550
林床植生型	スズタケ退行	スズタケ退行	ミヤマクマザサ	高茎草本
調査開始年	2007	2008	2008	2008
植生保護柵設置年	2006	2007	2008	2005と2010
開 空 度 (%)	9.7-15.6	12.8-33.6	32.0-44.6	12.5-46.8
植栽木調査	○(2006-)	—	○(2008-)	○(2010-)
天然更新木調査	○(2007-)	○(2008-)	○(2008-)	○(2008-)
種子散布量調査	—	○(2008-)	○(2008-)	○(2008-)

() 内は年号

区でばらつくもののブナとイトマキイタヤの種子が散布された。ブナの種子量は檜洞丸A柵外区の17個/㎡が最も多く、それ以外は10個/㎡以下であった。2010年にはアオダモが天王寺の4試験区で種子が散布された。

各試験区の開空度と散布種子の種数および種子数との関係をみると、開空度が高くなるにつれて種数と種子数ともに低下する傾向があった(図2)。年次別では統計的な有意差は2009年の柵内区の種子数のみで認められた(スピアマンの順位相関係数, $p<0.05$)。

4 更新木の密度

更新木の種数と密度は試験区によりばらついた。堂平の林冠柵内区とギャップ柵内区、天王寺のC柵内区では更新木の種数は20種を越え、密度は30本/

㎡以上であった。柵外区でも堂平と天王寺C区で種数は13～14種で、密度は10本/㎡以上であった。檜洞丸A柵内区では更新木の種数は11種で、密度は6.6本/㎡であった。それ以外の試験区では密度は10本/㎡未満であり、丹沢山の4試験区や檜洞丸A柵外区、B柵外区では密度が1本/㎡未満であった。ブナは堂平の林冠柵内区とギャップ柵内区で7.3～10.4本/㎡、天王寺C柵内区で3.0本/㎡あったが、それ以外の試験区では1本/㎡未満であった。

柵内外の開空度と種数、柵内の開空度と更新木の密度に有意な負の相関関係が認められた(図3、スピアマンの順位相関係数, $p<0.05$)。植被率と更新木の間には、柵内の更新木の密度においてのみ有意な負の相関関係が認められた(図4、スピアマンの順位相関係数, $p<0.05$)。

表2 調査地の樹高1.5m以上の樹種組成と胸高断面積合計値(㎡/ha)

種 名	堂 平	天Ain	天Aout	天Cin	天Cout	丹Ain	丹Ein	檜Ain	檜Aout	檜Bout	合計
ブナ	28.84	11.81	22.18	18.13	12.44		12.27	27.49	24.35	4.41	161.93
シナノキ		2.99	2.58	3.00	2.29		0.39	2.97	2.32		16.54
イトマキイタヤ	0.19	1.07			2.98		8.41	2.73	0.17	0.98	16.52
オオイタヤメイゲツ				1.23	1.72		1.97	1.29		4.73	10.94
アオダモ	0.15	1.42	2.10	2.08	0.73		0.16	0.39	0.17		7.21
サワグルミ							6.81				6.81
マメザクラ		2.31		0.17	1.92	0.35	0.31				5.07
ニシキウツギ	<0.01	<0.01	<0.01	0.12		3.46	1.23				4.81
ヒコサンヒメシヤラ	0.10			0.64			0.32	2.02	0.56	0.05	3.68
マユミ		0.00				2.46			0.02	0.35	2.83
イヌシデ	3.03	0.51	0.48								4.02
ヤマボウシ	1.08	1.24						0.20			2.53
コハウチワカエデ		0.86	1.11	0.54							2.52
リョウブ	0.13	0.92	0.01	0.07	1.02						2.16
サワシバ	0.53	0.60		0.15	0.48				0.37		2.13
ミズキ		0.56			1.11		0.24	<0.01			1.91
チドリノキ	0.36			1.04			0.40				1.80
カジカエデ				1.80							1.80
ハリギリ					1.39						1.39
ウラジロモミ	0.57		0.65								1.22
オオモミジ	0.14		0.92								1.06
オオバアサガラ	0.73	0.01	0.02	0.02	0.07						0.84
オオバノキハダ							0.64				0.64
ミズメ	<0.01			0.62							0.62
その他の高木種	0.47				0.01		0.09				0.57
低木種	0.17	3.25	5.53	0.59	0.66	1.65	0.49	0.65	1.74	0.05	14.78
藤 本	<0.01	0.03	0.10	0.11	0.09	<0.01	0.02	0.05	<0.01	<0.01	0.40
合 計	36.48	27.59	35.68	30.32	26.90	7.91	33.76	37.80	29.70	10.58	

* 天は天王寺、丹は丹沢山、檜は檜洞丸、inは柵内区、outは柵外区を示す。

* 堂平は柵内区と柵外区を含む範囲で調査した。丹沢山A柵外区とE柵外区は未調査。

5 更新木の樹高

堂平で解析対象となった8種の樹高はすべて試験区間で有意差が認められ (ANOVA, $p < 0.05$)、いずれも柵内で高かった (図5)。このうちイヌシデとアオダモ、ブナ、シオジ、ヤマボウシの5種はギャップ柵内区、林冠柵内区、柵外区の順で樹高が有意に高かった (ANOVAとシェフェ法, $p < 0.05$)。天王寺のA区では有意差の認められた樹木はなかった。天王寺のC区では10種のうちアオダモとチドリノキ、サワシバ、マメザクラの4種の樹高は柵内で有意に高かった (図5、二標本t検定, $p < 0.05$)。

IV 考 察

柵内の試験区において、開空度が高いと草本層の植被率は高く (図1)、更新木の密度は低いこと (図3、4) がわかった。また、開空度と散布種子の種数、および開空度と種子数には明瞭な相関関係は認

められなかった (図2)。これらの結果は、シカの影響の程度と散布種子の多寡に関わらず開空度が高いところでは草本層植物の繁茂により更新木は定着しにくいことを示している。開空度と散布種子数に明瞭な相関関係が認められなかった理由としては、母樹の多い林冠下においても年次と樹種による種子の豊凶の差があつて試験区でばらつくことや、開空度の高い試験区においても母樹が周囲にあること (表2) があげられる。

柵内のなかで開空度が20%未満の5試験区では更新木の密度は3.4~53.5本/㎡あり (図3)、樹種によって樹高は30 cmを超え、柵外よりも高かった (図5)。ブナの天然更新施業地における更新完了基準は、樹高30 cm以上のブナが3,000本/ha (0.3本/㎡) 以上あること (谷本, 1990) や施業後10年程度の段階で50,000本/ha (5.0本/㎡) 以上あること (前田, 1988) と報告されている。また、国有林における天然林施業の更新完了基準は、施業後2~6年の段階で樹高30~60 cmの高木性樹種が2,000~10,000本/ha (0.2~1.0本/㎡) 以上あることとまとめられている (田内, 2010)。本研究では柵を設置して3年後のデータを利用したため、樹高の基準を満たす試験区は堂平ギャップ柵内区のみであった。成長の過程で密度が減少することを踏まえ、30 cm未満の更新木を含めた密度基準を暫定的に50,000本/ha (5.0本/㎡) とすると、その基準を上回った試験区は堂平林冠柵内区、天王寺C柵内区、檜洞丸A柵内区の3試験区であった。一方、開空度が20%を越える試験区は柵内に2試験区あるものの、いずれも基準を下回った。すなわち、この基準から判断

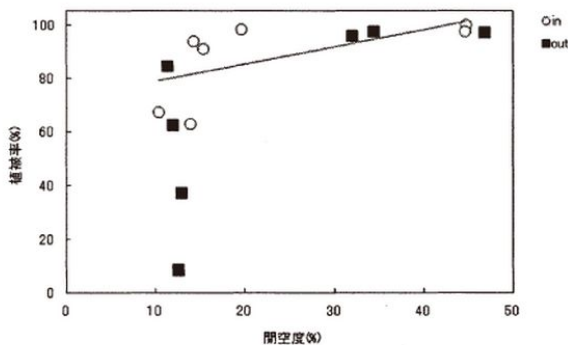


図1 開空度と植被率の関係

inは柵内区、outは柵外区を示す。

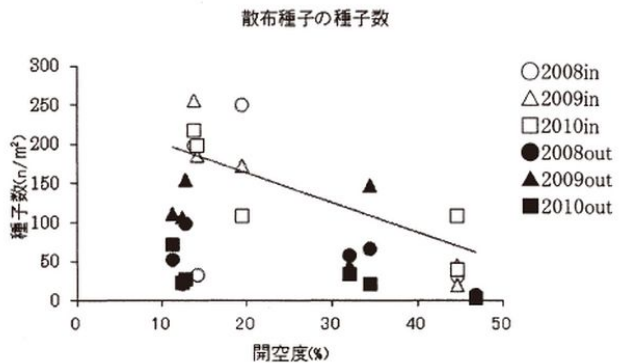
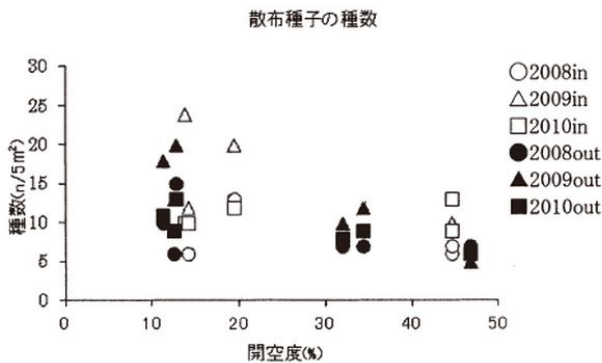


図2 開空度と2008年~2010年の散布種子との関係

inは柵内区、outは柵外区を示す。
有意差の認められた2009年の種子数について回帰直線を示した。

すると、堂平ギャップ柵内区を合わせた4試験区には天然更新による森林再生の可能性が残されている。とくに堂平ギャップ柵内区や林冠柵内区ではブナ更新木の密度が7.3~10.4本/m²、イヌシデの密度は19.2~31.8本/m²あったため、これらの混交林に推移する可能性がある。ただし、これらの4試験区でブナが優占するか、あるいは他の高木性樹種から構成される自然林になるかは、さらに長期にわたる追跡調査が必要である。正木ほか(2003)や杉田ほか(2006)は、ブナ天然更新施業地において更新完了と判断された場所がその後の追跡調査によりブナが優占していないことを明らかにして、更新完了の判断の時期が尚早であった可能性を示した。また、

将来の優占木の判定にはさらなる長期の継続調査が必要であることを指摘した(正木ほか, 2003; 杉田ほか, 2006)。

開空度が20%未満の柵内の5試験区で更新木の密度が高かった理由として、母樹からの散布種子が多かったことのほかに、草本層の植生の状態も影響した可能性がある。これら5試験区のうち堂平と天王寺の4試験区ではかつてスズタケが密生していた。1980年代後半からのシカの強い採食圧で1990年代後半にはスズタケはほとんど消失した。こうした植生の退行による植被率の低下が実生の定着をうながし、合わせてシカの影響を排除する柵が設置されたことで更新木が成長するようになったと考えられ

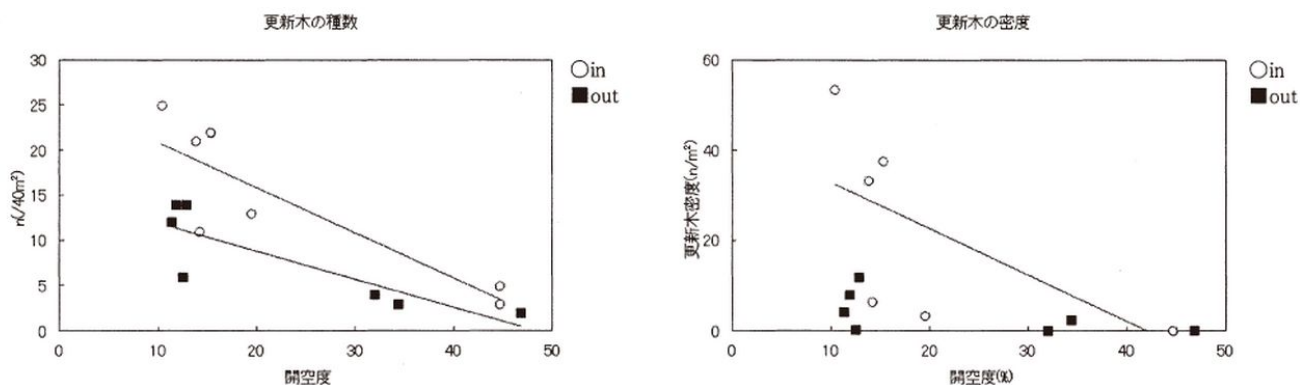


図3 開空度と更新木の種数、密度との関係

inは柵内区、outは柵外区を示す。
有意差の認められた場合に回帰直線を示した。

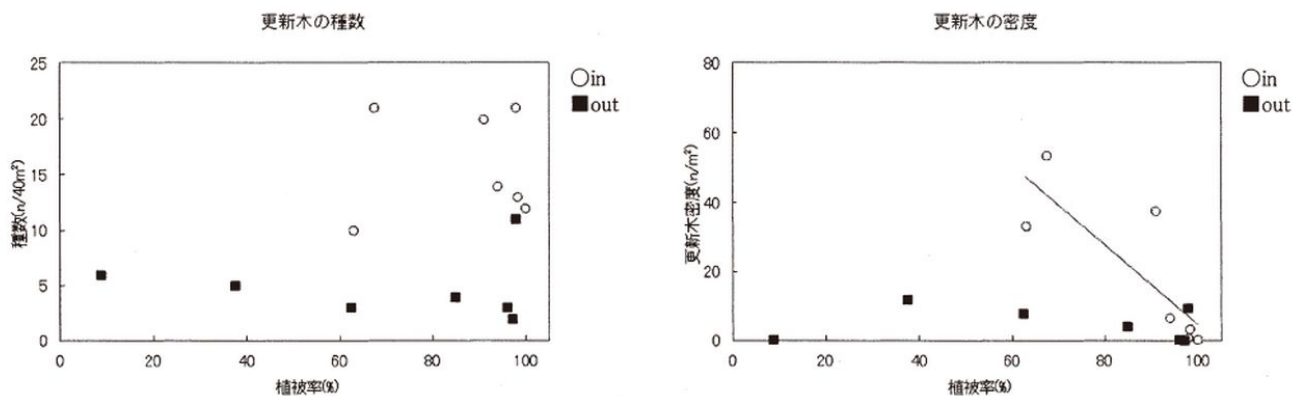


図4 植被率と更新木の種数、密度との関係

inは柵内区、outは柵外区を示す。
有意差の認められた場合に回帰直線を示した。

る。実際に堂平と天王寺の樹木には柵外よりも樹高の高い樹種が複数あったことは、この考えを支持していよう。

一方、柵外区では開空度が高いほど更新木の種数は少なく（図3）、樹高は柵内よりも低かった（図5）。この柵内外の差異はシカの影響によるものと考えられる。シカは高木性樹種の成長を阻害するだけでなく、高木種と競合する低木種やササを少なくすることで更新木の定着をうながすこともある（Nomiya *et al.*, 2003 ; Ito and Hino, 2005）。しかし、いずれの報告でもシカの採食圧が強すぎて、ササの退行に伴う樹木の更新を促進する効果は認められていない。本研究において、堂平柵外区や天王寺C柵外区の更新木の密度は5本/m²を上回っていたが、シカの採食の影響で柵内よりも樹高の低い樹種が複数あった。したがって、シカは更新木の定着に間接的に正の影響を及ぼしているが、シカの影響が強くて更新木の成長に至っていないといえる。

以上のことから、開空度20%以上のギャップでは、シカの影響の有無に関わらず天然更新による自然林の再生は困難であると考えた。一方で天然更新の可能性が高まるのは、開空度が20%未満で散布種子が多いこと、草本層の植被率が低いこと、シカが低密度であることが条件であると考えた。今後のブナ林再生事業では、天然更新の可能性の低い大規模ギャップでは現在も試験中の植栽のほかに、新たにかきこしや刈り払いと周辺の母樹から採取した種子の播種を組み合わせた試験も検討すべき課題である。本研究の試験地では、引き続き植栽木とともに天然更新木を追跡調査することで、ブナ林衰退地の開空度や草本層植生などの状況に応じた森林再生方法を検討する予定である。なお、ブナ林の再生事業は国定公園特別保護地区内での行為であることから、あくまでも試験的に開始している。今後の実施においても関係者と慎重に議論しながら順応的にやっていく予定である。

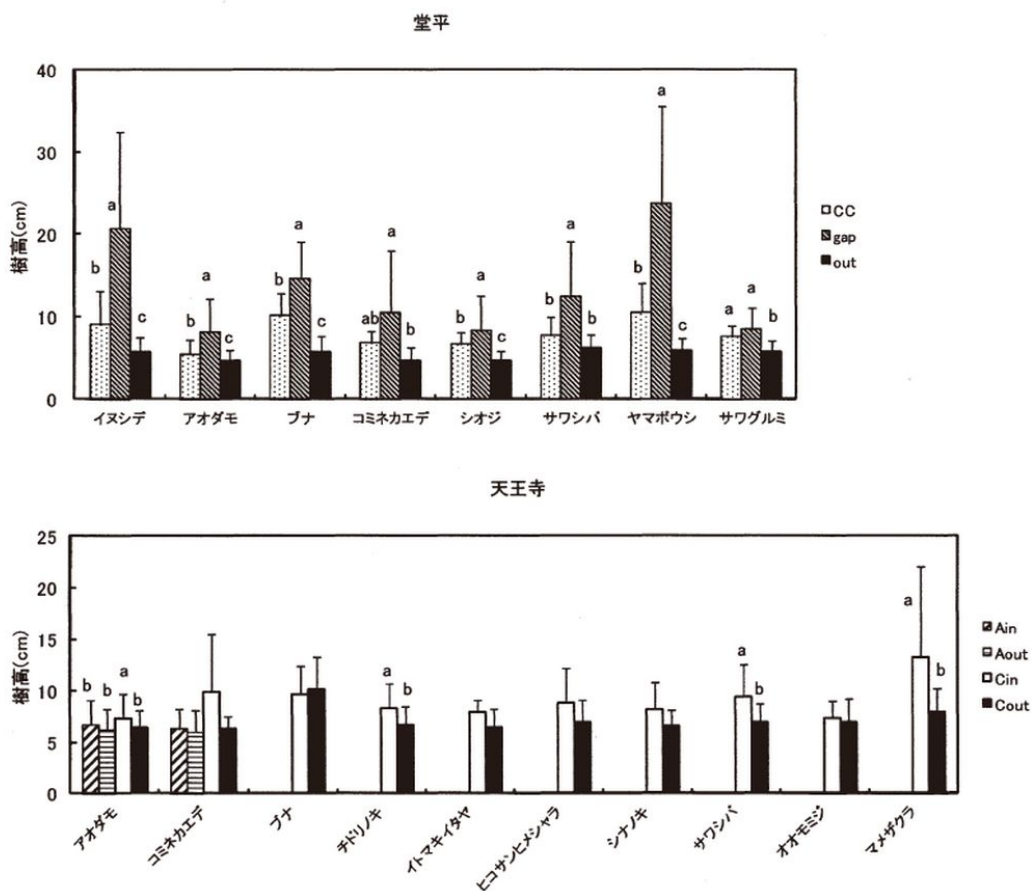


図5 柵内外における樹高

※試験区n≥5の種を対象とした。
CCは林冠柵内区、gapはギャップ柵内区、outは柵外区、inは柵内区を示す。
異なる文字間で統計的な有意差があることを示す。

V 謝 辞

本研究に関わる現地調査と散布種子の選別、同定作業では、中山博子、長澤展子、村上美奈子、酒井明子、谷脇美雪、中西のりこ、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る。

VI 引用文献

- 本間航介 (2003) ブナ林の背腹性の形成要因. 植生史研究11(2): 45-52.
- Ito, H. and Hino, T. (2005) How do deer affect tree seedlings on a dwarf bamboo-dominated forest floor. *Ecol. Res.* 20: 121-128.
- 神奈川県 (2007) 丹沢大山自然再生計画. 80pp, 神奈川県環境農政部緑政課, 横浜.
- 片岡寛純 (1982) ブナ林の保続. 135pp, 農林出版, 東京.
- 前田禎三 (1988) ブナの更新特性と天然更新技術に関する研究. 宇都宮大学農学部学術報告特輯 46: 1-79.
- 真鍋 徹 (2011) 森林のギャップダイナミクス. 122-135. 森林生態学. 日本生態学会編, 293pp, 共立出版, 東京.
- 正木 隆 (2008) 実生の生態からみた多様な樹種の共存の仕組み. 11-27. 森の芽生えの生態学. 正木 隆編, 258pp, 文一総合出版, 東京.
- 正木 隆・杉田久志・金指達郎・長池卓男・大田敬之・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) 東北地方の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.
- 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. 神森林研研報22: 19-26.
- Nomiya, H., Suzuki, W., Kanazashi, T., Shibata, M., Tanaka, H. and Nakashizuka, T. (2003) The response of forest floor vegetation and tree regeneration to deer exclusion and disturbance in a riparian deciduous forest, central Japan. *Plant Ecology* 164: 263-276.
- 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. 日本森林学会誌88: 456-464.
- 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: 67-74.
- 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.
- 寺沢和彦 (1997) ブナの種子生産特性とその天然林施業への応用に関する研究. 北海道林業試験場研究報告34: 1-58.
- 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 (2007a) 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, 財団法人平岡環境科学研究所, 相模原.
- 山根正伸・藤澤示弘・田村 淳・内山佳美・笹川裕史・越地 正・中嶋伸行・斎藤央嗣 (2007b) 丹沢山地における最近の気象の特徴. 375-382. 丹沢大山総合調査学術報告書. 丹沢大山総合調査団編, 794pp, 財団法人平岡環境科学研究所, 相模原.