

巢植えしたクヌギの植栽初期の成長過程

松浦 崇遠

The initial growth process of Asian sawtooth oak planted in the cluster.

Takato MATSUURA

巢植えしたクヌギの植栽初期の成長過程を調べて、その効果を検証した。クヌギの苗木は単植・4本植え・7本植えを組み合わせ配置し、巢内の苗木の間隔は0.5mとした。4本植えと7本植えでは、巢の中心と周囲のそれぞれに配置された個体どうしを比較した。巢植えの形式による違いは、苗木の活着、積雪による主幹の折損やイノシシによる引き抜き被害の発生に影響を与えなかった。また、4本植えと7本植えの個体ごとの樹高および根元径成長量は、単植のそれと大きく変わらなかった。一方、巢内の中心と周囲の個体を比べると、樹高成長は中心の方が、直径成長は周辺の方が他方を上回る事例が確認され、巢植えによって幹形を高く誘導できる可能性が示された。

キーワード：巢植え・クヌギ・初期成長

1. はじめに

スギ人工林を伐採した跡地に有用広葉樹を植栽して樹種転換を図ることは、再生林の選択枝の一つである。広葉樹苗の植栽成績はスギに比べて劣る事例が多く、生残性や成長を向上するための効果的な技術の開発が求められる。

同じ樹種の苗木を群状に植栽する方法（以下、巢植え）は以前からその効果が調べられ、過去の報告では、植栽木が群生した状態を作り出し、気象の激しい変化を和らげて凍害の発生を抑制する（笹沼ら 1967）、あるいは周囲の雑草木との種間競争による被陰を軽減するなど（四手井・只木 1958）、初期の生存率を高めたり、隣接する苗木どうしの種内競争による樹高成長を促したり（渡邊ら 1990）することが指摘されている。

クヌギ (*Quercus acutissima*) は、富山県には天然分布していないものの、導入の歴史は古く、県西部の低標高域において普通に見られることから、県下の気象条件にも十分に適応できると判断された。同樹種の材はコナ

ラとともに、菌床培地基材として安定した需要があり、持続的な供給を実現するには造林による資源の確保が重要となる。また、同樹種の苗木は活着が容易で、その後の成長も広葉樹の中では比較的良好であるため、巢植えの効果を検証しやすいと考えられた。

以上のことから、本研究では、巢植えしたクヌギ苗の、初期の生存率や成長を単植の苗木と比較して、その効果を明らかにすることを目的とした。

2. 材料および方法

2.1 調査地

高岡市頭川地内のスギ人工林伐採跡地（図-1）に巢植えの調査区を設定した。調査区を含む伐採跡地は平均傾斜が約 4° の、東南東向きの緩やかな斜面に位置しており、調査区地点の標高は約 55m である。前生のスギは 2018 年 11 月から 2019 年 3 月にかけて伐採され、伐採時の樹齢は残された伐根 ($n=8$) の年輪数から、55 年生前後と推定された。伐根の直径は十分に大きく、前生のスギの生育

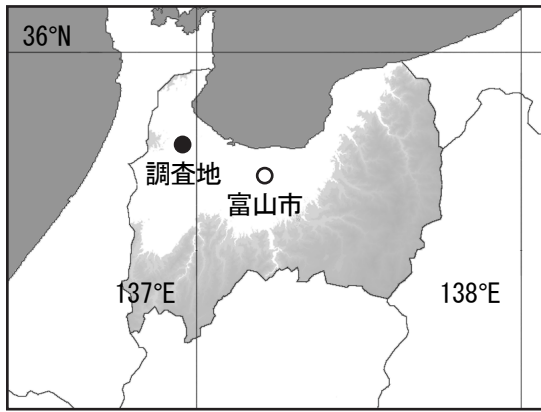


図-1 調査地の位置

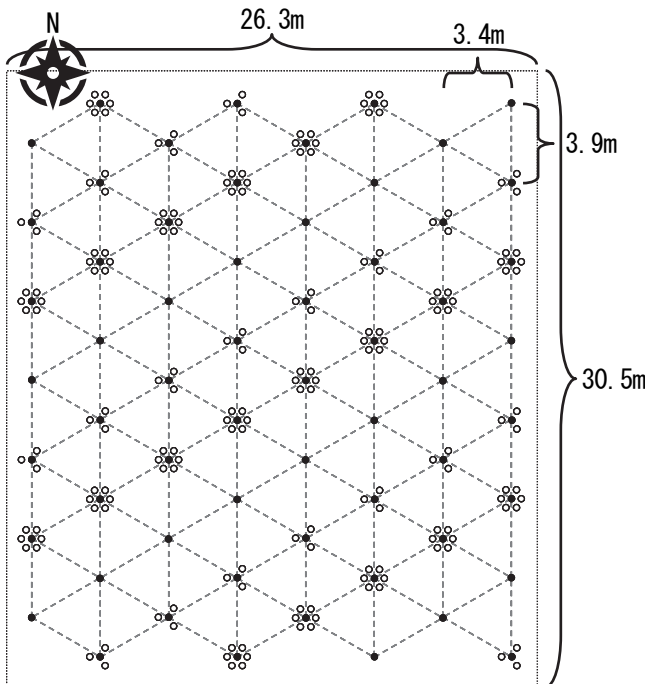


図-2 調査区内の苗木および巣の位置

図中の「●」と「○」は苗木の位置を示し、「●」は巣の中心、「○」はその周囲に植えられた苗木を表す。巣内の苗木の植え付け間隔は0.5m。

は良好であったことがわかった。

調査区の形状は30.5×26.3mの方形で、その面積は800m²である。この区画内にクヌギの苗木を、1本(単植)・4本・7本のそれぞれを単位として、図-2のように配置した。4本植えと7本植えの巣内の配置は三角植えのそれに準じ、巣内の苗木の植え付け間隔は0.5mとした。また、隣接する、単植および4本植え・7本植えの中心の苗木の間隔を3.9m、単植・4本植え・7本植えごとの単位数を20

としたことによって、区画内に植栽した苗木の本数の合計は240本となり、区画内の本数密度が、区画外にも植栽したクヌギの苗木の本数密度と等しく3,000本/haとなるよう調整した。

2.2 材料と方法

クヌギの苗木には長野県産のポット苗(苗高60cm上)を供試し、2019年の12月上旬にこれらを前出の方式にしたがって配置した。また、植栽直後の12月中旬に、全てのポット苗の樹高と根元径を測定した。樹高は最もよく伸びた枝先までの、埋幹部からの長さ(樹幹長)とし、測桿または検測ポールを用いて1cm単位まで測定した。根元径は埋幹部の直上の位置における直径とし、ノギスを用いて1mm単位まで測定した。

区画外には同じくクヌギで、長野県産の裸苗(苗高60cm上)が、1.8mの間隔で1本ずつ、格子状に植えられていた。これらの苗木は区画内の苗木とほぼ同時期の11月下旬に植栽されたことから、区画周縁の1列分72本も調査の対象とし、2020年4月上旬に樹高と根元径を測定した。

その後は区画内と区画周縁の調査木とも、2020~2023各年の11月中~下旬に、樹高と根元径を測定した。樹高と根元径の測定は、2023年までの4成長期にわたって継続した。

樹高と根元径の測定時以外にも、春季(3~4月)と夏季(7~8月)に調査木の生育状況を調査し、雪害や病虫獣害、誤伐などの人為的な被害と、地上部の枯損の有無を記録した。区画内の、とりわけ巣植えの構造を維持するため、地上部全体が枯死したり大半が枯損したりした調査木に対しては、森林研究所において保存していた余剰のポット苗との植え替えを実施した。調査木には蛍光色の標識テープを巻き付けて、下刈り時の誤伐防止を図った。

調査地では植栽後に定期的な下刈りが行われ、その作業履歴は2020~2021年が5月と7~8月の年2回、2022~2023年が6~7月の年1回であった。また、調査地ではクズやススキなどの繁茂が著しく、調査に支障をき

たした場合には、定期的な下刈りとは別に、調査木の周囲を刈り払い（坪刈り）した。

調査地では 2020～2021 年冬季の大雪に起因すると思われる、調査木の主幹の折損が多発したことなどから、2021 年 4 月に、区画内の本数の 2 割以上を補植・改植した。調査木全体の 1 年目の成長量はわずかであったため、植え替えを実施した調査木のうち、前出の補植・改植分を主として、2 年目の春季までに植え替えたものは、成長や各種被害の評価の対象に加えたが、その後から植え替えたものは対象から除外した。

調査木の成長量は、年ごとの成長休止後の値の差分から求めたが、樹高に関しては主幹の入れ替わりを考慮しておらず、梢端部の伸長量とは必ずしも一致しない。また、梢端部の枯れ下がりなどによって、樹高が減少した場合の成長量は 0 と見なした。

調査木をポット苗と裸苗、単植・4 本植え・7 本植の形式、および巣内の中心と周囲の組み合わせに応じて 6 群に区分し、樹高と根元径の各成長量に対して群間の分散分析を行った。処理群ごとの比較には、Tukey の HSD 法を用いて有意性 ($p < 0.05$) を検証した。また、生存率や被害率の比較には、Tukey の WSD 法を用いて検証した。統計解析プログラムには、R 4.5.2 (R Development Core Team 2025) と SPSS Statistics 30.0 (日本アイ・ビー・エム 2024) を使用した。

3. 結果および考察

2020 年 6 月までの調査木の生存率は、苗木の形態や巣植の形式、巣内の配置にかかわ

らず高い値を示した（表-1）。期間中の枯死の原因は、調査の直前に行われた下刈り時の誤伐によるもののみであり、苗木の活着は極めて良好であった。

2020 年春季には鱗翅目幼虫（マイマイガ・カシワマイマイ）の大量発生が観察されたが、ほとんどの調査木では食害は限局的で、夏季には再展葉も観察されたことから、被害の詳細に関しては記録しなかった。なお、食害が著しく失葉した調査木は区画内の 2 個体と区画外の 11 個体のみであったが、これらの被害木のうち 7 個体は、秋季までに枯れたり主幹の大部分が枯損したりした。

調査木への積雪による被害は植栽直後の 2019～2020 冬季には観察されなかったが、上述のとおり 2020～2021 年には主幹の折損が多発し、以降は次第に減少する傾向が見られた（表-2）。折損の発生においては、巣内に密植した調査木が折り重なって被害を助長することも想定されたが、巣植の形式ごとに比較すると折損率のばらつきは大きいものの、区画内の群間に有意な差は検出されなかった。

表-1 苗木の形態および巣植の形式と植栽後の生存率

苗木の形態	巣植の形式	巣内の配置	生存率 (%) [~2020/6]
ポット苗	1本 (単植)		100.0
	4本	中心	95.0
		周囲	100.0
	7本	中心	100.0
周囲		98.3	
裸苗	1本 (単植)		100.0

表-2 苗木の形態および巣植の形式と積雪による主幹の折損率

苗木の形態	巣植の形式	巣内の配置	積雪による主幹の折損率 (%)			
			[~2021/4]	[~2022/4]	[~2023/4]	[~2024/4]
ポット苗	1本 (単植)		42.1	15.0 ^{ab}	0.0	5.6
	4本	中心	31.6	25.0 ^{ab}	0.0	0.0
		周囲	37.0	30.5 ^b	14.0	2.0
	7本	中心	15.0	20.0 ^{ab}	5.0	5.3
周囲		27.4	15.3 ^{ab}	9.3	1.9	
裸苗	1本 (単植)		33.3	10.2 ^a	13.0	4.5

表中のアルファベットは、同じ期間中の折損率が統計的に異なり、共通する文字を含まない群間の差が有意であることを示す (Tukey's WSD Test, $p < 0.05$)。

表-3 苗木の形態および巢植えの形式とイノシシによる引き抜きの被害率

苗木の形態	巢植えの形式	巢内の配置	イノシシによる引き抜きの被害率 (%)			
			[~2021/4]	[~2022/4]	[~2023/4]	[~2024/4]
ポット苗	1本 (単植)		5.0 ^{ab}	5.0	5.0	0.0
	4本	中心	10.0 ^{ab}	0.0	0.0	0.0
		周囲	8.6 ^{ab}	0.0	0.0	0.0
	7本	中心	5.0 ^{ab}	0.0	0.0	5.3
周囲		12.6 ^b	0.0	1.8	0.0	
裸苗	1本 (単植)		0.0 ^a	0.0	0.0	0.0

被害には引き抜き後樹体が消失した個体を含む。表中のアルファベットは、同じ期間中の被害率が統計的に異なり、共通する文字を含まない群間の差が有意であることを示す (Tukey's WSD Test, $p < 0.05$)。

表-4 苗木の形態および巢植えの形式と調査木の残存率

苗木の形態	巢植えの形式	巢内の配置	残存率 (補植・改植による代替率) (%)			
			[~2021/4]	[~2022/4]	[~2023/4]	[~2024/4]
ポット苗	1本 (単植)		100.0 (35.0)	100.0 (35.0)	100.0 (35.0)	100.0 (40.0)
	4本	中心	100.0 (20.0)	100.0 (45.0)	100.0 (45.0)	100.0 (45.0)
		周囲	100.0 (23.3)	100.0 (35.0)	98.3 (35.0)	100.0 (36.7)
	7本	中心	100.0 (15.0)	100.0 (15.0)	95.0 (15.0)	100.0 (20.0)
周囲		100.0 (21.7)	100.0 (26.7)	96.7 (26.7)	100.0 (31.7)	
裸苗	1本 (単植)		95.8 (0.0)	91.7 (0.0)	90.3 (0.0)	88.9 (0.0)

補植・改植分のうち、2021年4月までに植え替えたものは、各種被害と成長量の解析に供し、以降に植え替えたものは対象から除外した。

調査地ではニホンイノシシがしばしば出没し、調査木を食害した痕跡はなくとも、地面の掘り起こしに起因する根系の損傷や樹体の引き抜きが発生した。根の一部または全部が露出した調査木は、埋め戻して被害前の状態を回復するよう努めたが、これらの被害木の一部は枯れたり消失したりした。掘り起こしの痕跡と根の一部または全部が露出した状態を引き抜きと定義すると、被害は植栽後1年目の期間中に目立って発生し、以降はわずかに見られる程度となった (表-3)。ポット苗の群間には単植も含めて被害率のはっきりとした違いが認められず、単植の裸苗では引き抜きは全く観察されなかった。

積雪による主幹の折損とイノシシによる引き抜きに、下刈り時の誤伐などを加え、被害を受けて樹体の半分もしくはそれ以上が枯損した調査木に対しては、植え替えを積極的に行った結果、区画内の残存率は期間を通じて100%に近い値を保っており (表-4)、巢植えの状態がよく維持されていた。なお、2021年4月より遅く植え替えた個体の割合は、

4本植えの中心に配置された群の25%が最大であり、これらに加えて枯損が著しかった個体を年ごとに除外しても、本研究の解析に必要な標本数は確保することができたと判断した。

調査木の樹体サイズが年ごとに増加する傾向を把握するため、枯れたり主幹の半分以上が枯損したりせず、期首から期末まで生存した個体のみを抽出したところ、その本数は植栽時の50~80%であった。これらの個体の年ごとの樹高・根元径の推移を図-3に示す。植栽時には、処理群ごとの苗木の樹高はほぼ同等であったが、ポット苗の根元径は裸苗のそれよりも小さかった。また、年ごとの増加分は樹高・根元径の何れも年数が経過するほど大きくなったが、ポット苗の増加分は1年目 (~2020年11月) が、裸苗のそれは2年目 (~2021年11月) が最も小さかった。ポット苗では移植の際に根を切られることが少なく、裸苗では根系の速やかな再生が根元径の増加として表れたと推定される。植栽から4成長期を経た2023年11月の時点では、

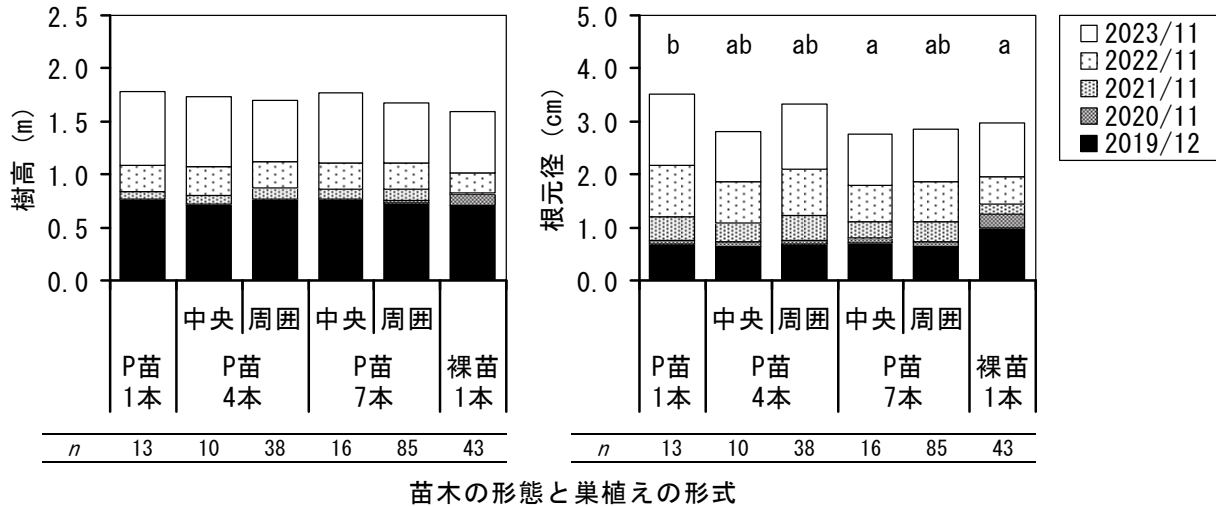


図-3 苗木の形態および巣植えの形式と調査木の年ごとの樹高・根元径の推移

調査木のうち、調査期間を通じて枯れたり主幹の大部分が枯損したりしなかった個体のみを抽出。「P 苗」はポット苗を、 n は各群の個体の標本数を示す。また、図中のアルファベットは、根元径の4成長期分の総成長量が統計的に異なり、共通する文字を含まない群間の差が有意であることを示す (Tukey's HSD Test, $p < 0.05$)。樹高の総成長量には有意な差は認められず ($p \geq 0.05$)。

調査木の平均樹高は1.7m前後まで達したが、平均根元径は2.8~3.5cm とばらつきがやや大きかった。これらの個体の4成長期分の成長量をまとめて比較したところ、各群の樹高成長量に有意な差は認められなかったが、根元径成長量に関してはポット苗の単植で最も大きく、7本植えの中心や裸苗では小さかった(図-3)。7本植えの中心の個体では、周囲との種内競争によって直径成長が妨げられたと推定された。また、裸苗では形状比を一定に保つよう、樹高に対して直径の成長が抑えられた可能性が考えられ、同じ単植であっても苗木の形態が異なると、植栽初期の成長過程も異なる傾向が見られた。

調査木の樹体サイズの増加分を詳しく解析するため、各個体の年ごとの成長量を樹高・根元径のそれぞれにおいて算出し、同じ処理群に属する個体を単位として比較した結果を、表-5 および表-6 に示す。ポット苗のうち、4本植えや7本植えの全体の成長量は、単植のそれを上回るとは言えず、巣植えが雑草木との種間競争を緩和して、生育に利する効果は得られなかった。巣内の配置にも着目すると、根元径成長量に関しては、図-3の結果に類似して、単植や4本植え/周囲では優り、4本植えや7本植えの中心では劣る傾向が見られ、4年目に当たる2023年4月~2024年4月の成長量では、単植と4本植え/

表-5 苗木の形態および巣植えの形式と樹高成長量

苗木の形態	巣植えの形式	巣内の配置	n / 樹高成長量 (本) / (cm)							
			[~2020/11]		[~2021/11]		[~2022/11]		[~2023/11]	
ポット苗	1本 (単植)		18	3.1 ^a	20	6.9	19	19.9	18	55.6
	4本	中心	17	2.4 ^a	15	6.3	15	23.1	15	53.6
		周囲	49	3.2 ^a	58	7.1	50	21.6	50	51.4
	7本	中心	18	1.9 ^a	20	10.3	20	21.8	19	63.3
		周囲	106	3.0 ^a	118	8.9	108	21.5	106	52.3
裸苗	1本 (単植)		62	9.9 ^b	59	5.3	47	19.9	44	56.6

表中の n は、各群の個体の標本数を示す。アルファベットは、同じ期間中の樹高成長量が統計的に異なり、共通する文字を含まない群間の差が有意であることを示す (Tukey's HSD Test, $p < 0.05$)。また、アスタリスクは各巣の中心に配置された個体の値と、その周囲に配置された個体の平均値との差が有意であることを示す (T-test, $p < 0.05$)。

表-6 苗木の形態および巣植えの形式と根元径成長量

苗木の形態	巣植えの形式	巣内の配置	n / 根元径成長量 (本) / (mm)							
			[~2020/11]		[~2021/11]		[~2022/11]		[~2023/11]	
ポット苗	1本 (単植)		18	0.7 ^a	20	3.4 ^{ab}	19	7.8 ^{ab}	18	12.9 ^a
	4本	中心	17	0.9 ^a	15	2.7 ^{ab}	15	6.9 ^{ab}	15	9.1 ^b
		周囲	49	0.9 ^a	58	3.5 ^b	*50	8.0 ^b	50	11.8 ^{ab}
	7本	中心	18	1.0 ^a	20	2.8 ^{ab}	20	6.1 ^{ab}	19	9.4 ^{ab}
		周囲	106	1.0 ^a	118	3.1 ^{ab}	108	6.9 ^{ab}	106	9.7 ^{ab}
裸苗	1本 (単植)		62	2.6 ^b	59	1.8 ^a	47	5.2 ^a	44	9.9 ^{ab}

表中の n は、各群の個体の標本数を示す。アルファベットは、同じ期間中の根元径成長量が統計的に異なり、共通する文字を含まない群間の差が有意であることを示す (Tukey's HSD Test, $p < 0.05$)。また、アスタリスクは各巣の中心に配置された個体の値と、その周囲に配置された個体の平均値との差が有意であることを示す (T-test, $p < 0.05$)。

中心の群間において有意な差が検出された。巣植えの中心部では、クヌギどうしの種内競争を反映して、直径の成長が抑えられたことが示唆された。また、裸苗の根元径成長量は、1年目にはポット苗のそれよりも有意に大きかったが、2年目と3年目には成長の勢いが衰え、苗木の形態による成長過程の違いが一層明らかとなった。

4本植えと7本植えの調査木のみを対象に、巣内の中心の個体の成長量が、周囲の個体の平均成長量を上回るかどうかを、巣ごとに突き合わせて検定したところ、4本植えでは2年目の根元径成長量に(表-6)、7本植えでは4年目の樹高成長量に(表-5)有意な差が認められた。後者の結果から、種内競争には樹高成長を促進する効果もあるが、その影響は直径成長を抑制する効果よりも遅れて表れることが示唆された。また、樹高成長に差が生じたのは、植え付け間隔が0.5mの場合、平均樹高が1.5m前後に到達する頃であった。

種間競争による効果について、調査区の下刈り時には誤伐を恐れて、巣内の雑草木までは刈り払わなかったため、クズのような蔓性の植物を除去できず、単植との明瞭な違いが表れなかったのかもしれない。

種内競争による効果について、巣の中央に配置した個体は、周囲に植えられた個体との相互作用により、過度の分枝を制限し、幹形が高くなるよう仕立てることも可能であると考えられた。本研究では、樹高成長量に違いが認められたのは7本植えの形式のみであ



写真 単植 (左) と7本植え (右) の形式で配置した調査木の外観上の違い

ったが(表-5)、4本植えでも樹体サイズが一層増加すれば、樹高成長を促進する効果が表れると予想される。なお、ポット苗ではイノシシによる被害が1年目に多く発生した(表-3)理由として、裸苗よりも根系の発達が遅れて根元径が成長せず、引き抜きに対して脆弱であったことが推定された。

クヌギを含むブナ科コナラ属樹種に関しては、欧州においても巣植えの効果が調べられているが、巣内の苗木の間隔が狭いと、植栽木の生存率や成長量、主幹の通直性や分枝の少なさなど諸形質に対して、負の影響が強く表れる (Saha *et al.* 2012)。本研究では根元径成長量の低下を除けばこのような傾向は見られなかったが、クヌギ苗の間隔が適正かどうかについては、今後検証すべき課題と言える。

巣植えの効果が樹種間で異なる事例も報

告されており（渡邊ら 1990），耐陰性が高い樹種では，種内競争による効果が植栽初期には表れないことも想定される。もっとも，過度の競争は耐陰性が高いスギであろうとも生育状態を著しく損なうため（汰木・薛 1995），巢内に配置された個体の管理には十分に注意を払う必要がある。

巢植えの利点には，苗木の生残性の向上や植栽初期の保育作業の省力化なども挙げられている。1 か所に複数の苗木を植え込む方式は，被害時の下刈り時において樹体の視認性を高め（写真），誤伐の防止につながると期待される。また，面積当たりの本数密度を一定とする条件下では，巢単位どうしの間隔は広くなるが，下刈りの範囲を巢の周囲に限定することで，保育作業を省力化した事例（瀧澤ら 2003）も報告されている。本研究では巢植えの形式と成長過程との関係を明らかにすることに主眼を置いたため，これらの効果については調べられなかったが，巢植えの実用性を評価するにはさらなる調査が求められる。

5. 謝辞

富山県西部森林組合高岡支所の南部伴次支所長（当時）と栗林義規主任（当時），頭川自治会の山口 均会長（当時）には，調査地の確保とその後の管理において，数々の便宜を図っていただいた。また，同支所の得能将平業務課係長には，調査地での伐採や施業の履歴に関する有用な情報を御提供いただいた。森林研究所の草島すなお所長（当時）には，本研究を始める契機となる貴重な提言を賜った。同じく中島春樹森林環境課長には，調査区的设计に当たり技術的な支援を賜った。森林研究所の諸氏には，現地での調査や

結果のとりまとめに御協力いただいた。ここに記して，厚く感謝申し上げる。

引用文献

- 日本アイ・ビー・エム（2024）IBM SPSS Statistics. <https://www.ibm.com/jp-ja/products/spss-statistics>（参照：2026年2月2日）
- R Development Core Team（2025）R: The R Project for Statistical Computing. The R Foundation. <https://cran.r-project.org/>（参照：2026年1月30日）
- Saha S, Kuehne C, Kohnle U, Brang P, Ehring A, Geisel J, Leder B, Muth M, Petersen R, Peter J, Ruhmi W, Bauhus J (2012) Growth and quality of young oaks (*Quercus robur* and *Quercus petraea*) grown in cluster plantings in central Europe: A weighted meta-analysis. *Forest Ecology and Management* 283 : 106-118
- 笹沼たつ・高橋亀久松・本木 茂（1967）一凍害地における巢植えの効果. *日林誌* 49 : 398-401
- 四手井綱英・只木良也（1958）林木の競争に関する研究（I）種間競争に及ぼす巢うえの効果. *日林誌* 40 : 325-331
- 瀧澤廣行・若松 裕・前川光夫・市川 勉（2003）保残木と巢植造林木の成長—巢植30年の成果—. *北方林業* 55 : 5-9
- 渡邊定元・金 鐘元・程 龍鏞（1990）チョウセンゴヨウとリギダマツの巢植による成長の違い. *日林北支論* 38 : 29-31
- 汰木達郎・薛 孝夫（1995）スギ巢植林の成長（III）30年生林分の成長. *九大演報* 72 : 73-82

Summary

I investigated the initial growth process of Asian sawtooth oak (*Quercus acutissima*) planted in the cluster and evaluated effects of nest planting. Seedlings of the oak were arranged in combinations of single, four and seven trees planted per nest, with a space of 0.5m between seedlings in the nest. In the four-tree and seven-tree nest, two groups placed at the center and periphery of the cluster were

compared. Differences in the three types of planting arrangement did not affect rooting of seedling, stem breakage caused by snowfall, or uprooting damage by wild boar. In addition, the individual growth of height and basal diameter in the four-tree and seven-tree nests was not different than that of single planting. However, in the case of comparison between the center and periphery in the nest, individual growth of height was greater at the center, while individual growth of basal diameter was greater at the periphery, and it was indicated that nest planting could guide tree stem into the tall form.

Keywords: nest planting, *Quercus acutissima*, initial growth