

速報

萌芽枝整理が行われたアラカシ株立ち個体における 萌芽の発生および残存シュートの成長^{*1}

渡部颯太^{*2}・作田耕太郎^{*3}・宮沢良行^{*4}

渡部颯太・作田耕太郎・宮沢良行：萌芽枝整理が行われたアラカシ株立ち個体における萌芽の発生および残存シュートの成長 九州森林研究 77: 199 – 202, 2024 根株移植は、樹木個体を地際から伐採した後に掘り取って緑化資材として利用する緑化手法であるが、根株からの旺盛な萌芽枝の発達によって景観の悪化や見通しの低下にともなう安全性の障害ともなることから、使用樹種によっては萌芽枝の数を適正に減ずるような管理（萌芽枝整理）が必要となる。萌芽枝整理にともなう地上部での枝葉の損失は、個体レベルでの光合成や水分収支などに影響するため適切な伐採量を設定する必要があるが、事例が少なく指針となる情報は不足している。本研究では、九州大学伊都キャンパスにおいて根株移植後に約 20 年が経過したアラカシを対象として萌芽枝整理を行い、新たに発生した萌芽枝数および残存シュートの肥大成長などの地上部の回復状況について検討した。萌芽枝を整理する強度として 50 % と 75 % を設定したところ、いずれの強度でも残存シュートの成長低下は認められなかったが新たに発生した萌芽枝の本数には大きな違いが認められた。

キーワード：根株移植, 萌芽枝整理, アラカシ, 肥大成長, 葉量

I. はじめに

根株移植は、土地開発にともなって伐採処理される樹木に対して幹の一部を地際から残して切断し、移植後の残した幹からの萌芽によって緑化を行う工法である（阿江・養父, 1990）。従来からその場にあった樹木を利用することに加え、土木技術の範囲で施工できるため経済的に有効な工法となる。また、萌芽の初期成長は実生よりも早い（Miller and Kauffman, 1998）、早期の樹林化が期待できるという利点もある。一方で、移植対象木が萌芽力に富む樹種に限定されることや、樹種によっては根株サイズが大きい個体では萌芽力が低下しているといった制約もある（小林・福山, 2001）。さらに、移植後に発生する萌芽枝の発生数や成長度合いなどによっては、整理伐によって適切な樹形に誘導する必要がある（以下、萌芽枝整理と称す）。

九州大学伊都キャンパス（福岡市西区元岡）では、キャンパス造成にともなって成立した盛土斜面や裸地等に対して、植林を主体とした緑化が広範囲で行われている。緑化にあたっては、現地植生の保全的観点から造成時にその場に分布した表土や樹木を緑化資材として活用できる移植工法として、高木移植や大径木移植、林床土移植および根株移植が採用された（九州大学緑地管理計画サブグループ, 2000）。現在キャンパスの緑化は概ね成功しているものの、その一方で旺盛に萌芽枝が発達し、景観および安全性の観点から不適当な樹形を呈している根株移植個体も少なくなく、このような個体に対しては萌芽枝整理を検討する必要性が生じている。

通常、萌芽枝整理は、萌芽更新を行うシイタケ原木林や薪炭林で萌芽枝の成長を早めるために発生初期の萌芽枝に対して行うものである（崎尾ほか, 1990）が、現在、九州大学伊都キャンパスにおいて萌芽枝整理を検討すべき個体は根株移植実施から 20 年

程度経過したものである。そのため、根株から発生した萌芽枝が大きく成長した樹高 10 m 程度の株立ち個体となっており、萌芽枝整理を行う際には個体単位では大幅な葉量減少をとまうことになる。一般に、樹木個体は根系の活動に見合っただけの適量の枝葉を必要とするため、過度の剪定は樹勢衰退の原因となり（多田, 1999）、枝葉の除去量が多ければ多いほど光合成能力の低下によって樹木は衰退する（堀, 1999）。よって、伊都キャンパスの根株移植個体に対して、今後萌芽枝整理による景観や樹形の管理を行っていくためには、適切な整理強度を明確にし、樹体への負担を可能な限り軽減する必要がある。しかしながら、既往の萌芽枝整理に関する研究は、前述のようなコナラ（*Quercus serrata* Murray.）萌芽枝の初期成長と萌芽枝整理の効果（崎尾ほか, 1990）や、超短伐期施業における適切な萌芽枝本数（Liu et al., 2011）など萌芽枝発生初期の状態に関するものが多く、ある程度成長した株立ち個体への萌芽枝整理が残存する幹や個体へ及ぼす影響については知見が不足している。

本研究では、根株移植実施後に比較的長期間放置された後、萌芽枝整理をされたアラカシ（*Quercus glauca* Thunb.）個体の整理後 2 年間の成長経過、特に萌芽枝の発生と肥大成長および葉量の変動について検討することを目的とした。

II. 調査地と方法

1. 調査地

九州大学伊都キャンパスの生物多様性保全ゾーン（33° 35' 53" N, 130° 12' 59" E, 標高 30 m）内の、広葉樹根株移植地（西北西向き斜面、斜度 25 度）の開放地と接した林縁部を対象とした。当地では 2000 年から 2002 年頃にかけて、キャンパス造成以前に

^{*1} Watanabe, S., Sakuta, K. and Miyazawa, Y.: Generation of sprouts and growth of remaining shoots in multi-stem *Quercus glauca* individuals after stem thinning.

^{*2} 九州大学大学院生物資源環境科学府 Grad. Sch. Biores. & Bioenv. Sci, Kyushu Univ., Fukuoka 819-0395, Japan

^{*3} 九州大学大学院農学研究院 Fac. Agric., Kyushu Univ., Fukuoka 819-0395, Japan

^{*4} 九州大学キャンパス計画室 Campus Planning Office, Kyushu Univ., Fukuoka 819-0395, Japan

成立していた森林群落内の複数種の広葉樹個体を材料として緑化が行われ（九州大学キャンパス計画室，2014），現在は常緑広葉樹種が優占する景観を呈している。

2. 供試個体と整理強度

対象樹種は，2000年6月から2002年度末の間に根株の状態 で調査地内に移植され，多幹となっているアラカシである。アラカシは，ブナ科コナラ属の常緑広葉樹で強い萌芽性があり，伊都キャンパス内根株移植地の主要構成樹種となっている。光環境が良好な林縁に直線状に位置する3本のアラカシを供試個体として選定し，多幹となっている各個体の全ての幹の胸高直径を計測した。供試個体の位置を図-1に示す。各個体は，隣接する他個体とは5m程度の間隔があった。これらの個体に対して整理を行うにあたり，個体あたりの胸高断面積合計を算出し，これを基準として整理強度を決定した。整理強度は，75%整理（以下，強度），50%整理（以下，弱度）および未整理（以下，対照）である。整理は根元で行い，2021年12月2日と12月9日の2日間で完了した。各処理での整理前後の萌芽（シュート）本数と，個体あたりの胸高直径断面積合計を表-1に示す。



図-1. 供試個体の位置

表-1. 供試個体の整理強度別残存シュート数と胸高断面積合計

		強度	弱度	対照
整理前	シュート数 (本)	14	16	14
	胸高断面積合計 (cm ²)	1398.5	1217.4	335.5
整理後	シュート数 (本)	3	4	14
	胸高断面積合計 (cm ²)	330.6 (24%)	629.2 (52%)	335.5

表中の () 内は整理前に対する整理後の胸高断面積合計の割合

3. 測定項目

整理後の残存幹（以下残存シュート）の成長を把握するために，それらの胸高直径（cm）を整理直前のほかに，2022年9月15日および2023年9月4日に計測し，個体あたりの胸高断面積合計（cm²）を算出した。また，整理後に発生した萌芽枝の本数，基部直径（mm），そして発生位置について整理翌春の2022年5

月10日から8月29日まで約1週間ごとに，その後は2022年9月15日と2023年9月4日に計測した。なお，これらの計測にあたっては長さ5cm以上の萌芽枝を対象とした。

葉量変化の推定は，残存シュートと新たに発生した萌芽枝のそれぞれについて，基部もしくは胸高断面積に対する葉面積の関係式を作成することで行った。すなわち，整理時に伐採した幹（整理シュート）5本について着生葉を全て刈り取り，各シュートの着生葉のうち20枚から50枚を対象にフラットベッド型のスキャナ（LPM-5300，エプソン）でデジタル画像を作成した。画像を作成した葉は，ドライオープン（DV61，ヤマト科学）によって70℃・48時間の条件で乾燥させた後に絶乾重量を測定した。これら以外の残りの葉もすべて同条件で乾燥させて絶乾重量を測定した。葉のデジタル画像から画像解析ソフト（image J，NIH，US）を用いて葉面積を計測し，絶乾重量で除することから単位葉重当たりの比葉面積（SLA；Specific Leaf Area）を求めた。SLAに各整理シュートに着生していた葉の絶乾重量を乗じることによってシュート全体の葉面積を推定し，推定した葉面積と胸高断面積との関係性から得られた直線式をもとに整理前後の個体全体の葉面積の変化を推定した。新たに発生した萌芽枝については，2023年10月11日に強度から発生していた10本の萌芽枝を切り取り，整理シュート同様に基部断面積に対する葉面積の直線式を作成し，萌芽枝全体での葉面積を推定した。

Ⅲ. 結果

1. 残存シュートの成長

図-2に個体全体での残存シュートの胸高断面積合計の変化について整理強度別に示す。強度では整理によって約1399cm²から約331cm²まで減少した後，2022年9月には約398cm²，2023年9月には約457cm²まで増加した。弱度では整理によって約1217cm²から約629cm²まで減少した後，2022年9月には約669cm²，2023年9月には約715cm²まで増加した。対照では約336cm²から2022年9月には約406cm²，2023年9月には約470cm²まで増加した。

図-3に残存シュート1本ごとの胸高断面積の変化を示す。2年間の胸高断面積の増加量には残存シュート間で大きなバラツキが確認された。どの個体においても胸高断面積が比較的大きい残存シュートがよく成長していた。

2. 萌芽枝の発生位置と発生数

新たに発生した萌芽枝の2023年9月での発生部位と本数を表-2に示す。強度においては，113本の萌芽枝があったが，残存シュートからの発生は3本のみであり大部分の萌芽枝は整理シュートの根株部分から発生していた。弱度では60本の萌芽枝が確認されたが，残存シュートからの発生は無く，全ての萌芽枝は整理シュートの根株から発生していた。

整理後に新たに発生した萌芽枝本数の推移を図-4に示す。強度においては2022年5月下旬ごろから大幅に増加し，8月ごろにはほぼ頭打ちになり9月で170本となった。1年後の2023年9月には113本まで減少した。弱度においては，7月下旬ごろまで徐々に本数が増加し8月ごろにはほぼ頭打ちとなった。9月では

68本であり、1年後の2023年9月には60本まで減少した。なお、対照においては2022年9月で1本、2023年9月で2本とほとんど発生していなかった。

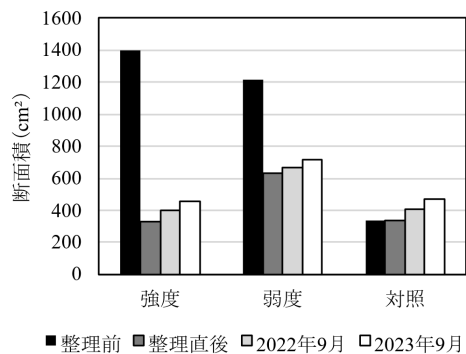


図-2. 残存シュートの胸高断面積の変化

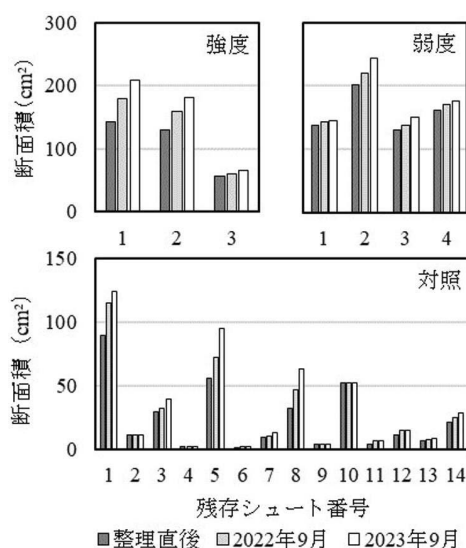


図-3. 残存シュートごとの胸高断面積の変化

表-2. シュート別萌芽枝発生本数

	強度	弱度
残存シュート	3 (3%)	0 (0%)
整理シュート根株	110 (97%)	60 (100%)
合計	113	60

表中の () 内は合計本数に対する各々の発生本数の割合

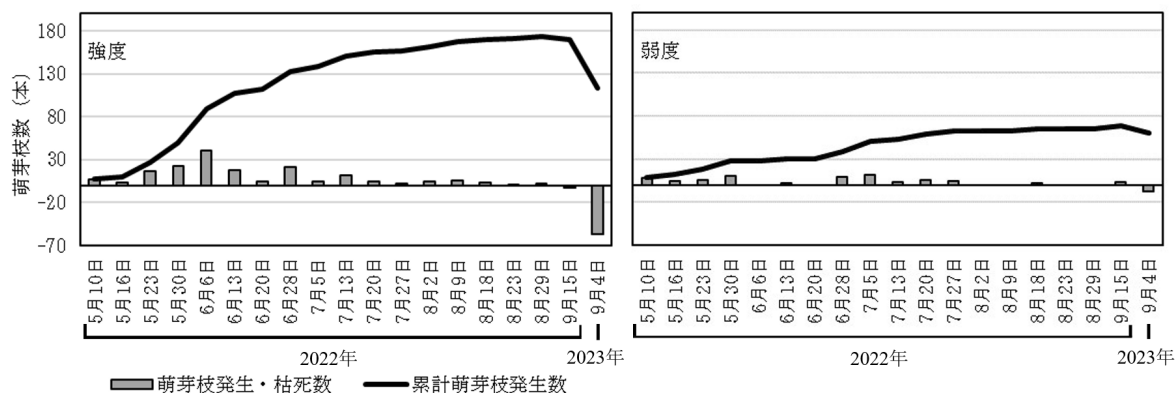


図-4. 強度・弱度における新たな萌芽枝の本数

3. 葉面積

整理シュートより求めた葉面積推定(直線)式は $y = 0.201x + 4.136$ (x は胸高断面積 cm^2 , y は葉面積 m^2 , $R^2 = 0.561$), 残存シュートから発生した萌芽枝の葉面積推定(直線)式は $y = 0.002x + 0.013$ (x は基部断面積 mm^2 , y は葉面積 m^2 , $R^2 = 0.689$) となった。これらの推定式より求めた残存シュートおよび新たに発生した萌芽枝の葉面積の変化について図-5に示す。強度の葉面積については、整理前の 285 m^2 から整理直後に 70 m^2 (整理前の25%, 以下同様) まで減少したのち、2022年9月には 90 m^2 (32%), そして2023年9月には 106 m^2 (37%) と推定された。葉面積のうち萌芽枝によるものは2022年では 6.4 m^2 , 2023年では 10.4 m^2 であり、それぞれ7%と10%だった。弱度の葉面積については、整理前の 248 m^2 から整理直後に 130 m^2 (46%) まで減少したのち、2022年9月で 141 m^2 (50%), 2023年9月で 153 m^2 (54%) と推定された。これらの値のうち、新たに発生した萌芽枝によるものは2022年で 6.3 m^2 , 2023年で 9.9 m^2 と推定され、それぞれ2%

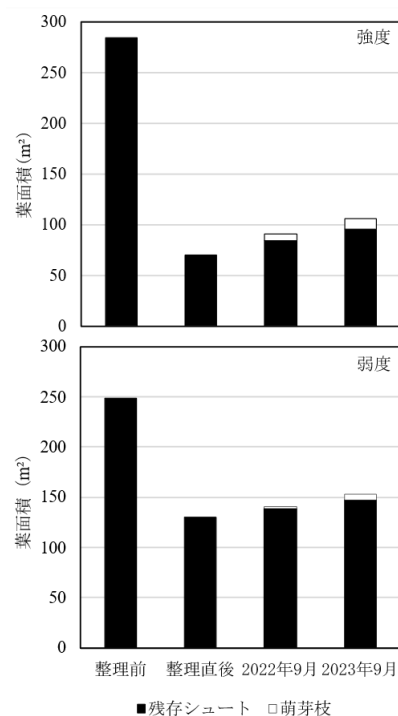


図-5. 強度・弱度の葉面積の変化

と4%を占めていた。なお、図示していないが対照の推定葉面積は、整理時に71 m²だったが、2022年9月には86 m²、そして2023年9月には90 m²だった。新たに発生した萌芽枝によるものは2022年で0.06 m²、2023年で0.18 m²と推定され、いずれもわずかだった。

IV. 考察

1. 残存シュートの成長

萌芽枝整理後およそ2年間での残存シュートの胸高での合計肥大量は、強度で126 cm²、弱度で86 cm²、および対照で134 cm²だった（図-2）。胸高断面積合計は、整理直後よりそれぞれ約1.4倍、1.1倍、1.4倍となった。程度の差はあったが、どの個体においても肥大成長が確認された。また、個体内で胸高直径が大きかった残存シュートの成長は、より小さかった残存シュートの成長よりも大きい傾向にあった（図-3）。樹木の肥大成長は、気温、日照量、降水量、土壌条件、大気条件などさまざまな環境要因の影響を受ける（小池，2004）。本研究で供試した3個体は、同じ調査地内でなおかつ近接していたため、大まかな環境要因はほぼ同等であったものの、整理によって受光量や風量など各残存シュートの外部環境は個体内でのそれぞれの位置、サイズによって大きな差があったと思われる。すなわち、同じ個体内でも整理後の外部環境変化の影響は残存シュートごとに表れ方が異なっていたと考えられる。このことが、弱度の肥大成長度合いの小ささや、残存シュートごとの成長差に起因する可能性もあったが、詳細は不明である。

整理個体の葉面積については、強度で整理直後に整理前の25%、1年後に32%、2年後に37%であり、弱度ではそれぞれ46%、50%、54%と緩やかな回復を示し（図-5）、年ごとの回復度合いもほぼ一定となることが明らかとなり、葉面積が整理前の値まで回復するにはまだ長い時間がかかると考えられる。加えて、新しく発生した萌芽枝の葉量が占める割合は、多数の発生が認められた強度においても1割程度であることも明らかとなった。

2. 萌芽枝の発生

対照ではほとんど萌芽枝は発生しなかったが、強度、弱度のいずれの整理個体においても多数の萌芽枝が発生し、その本数は強度の方が多かった（表-2）。また萌芽枝の発生は、ほぼ整理シュートの根株からであり、残存シュートからはわずかであった（表-2）。休眠芽や潜伏芽由来の萌芽の発生は、葉で作られるオーキシンによって抑制され、根で作られるサイトカイニンがオーキシンの抑制作用を解除するとされており（小池，2004）、残存シュートでは樹体上部と下部のホルモンバランスは崩れなかったと言える。すなわち、強度および弱度整理個体における残存シュートの樹冠部葉量は、対照個体と同様に少なくとも大幅な減少はなかったと言える（図-5）。一方で整理シュートの根株においては、整理によって樹体上部が消失しオーキシン抑制が解除されたため、多数の新たな萌芽枝が発生したと判断された。な

お、整理個体においては、2022年から2023年の間に萌芽枝の減少が確認されたが（図-4）、アラカシと同じコナラ属のクスギ（*Quercus acutissima* Carruth.）では萌芽枝間の自己間引きが確認されており（Zhilong *et al.*, 2011）、整理個体においても同様に整理後に発生した萌芽枝間での競争による自己間引きが発生したと思われる。

V. まとめ

本研究において萌芽枝整理されたアラカシ個体は、大幅な葉量減少が確認されたにもかかわらず、強度、弱度のいずれの整理強度においても肥大成長の減退は認められず、また萌芽枝の発生状況より樹冠部の衰退もなかったと推察された。残存シュートからの萌芽枝の発生もわずかだった。すなわち、移植後にある一定の長い期間が経過した根株移植個体においても、萌芽林施業において萌芽発生初期に行うような整理伐を実施しても個体の成長に大きく影響するものではないと推察される。

しかしながら、本研究でのサンプル数や観察期間は十分とは言えないため、整理対象とする個体数や整理強度のバリエーションを増やし、より長期間の観察を続けていくことで整理後の個体の成長や健全性、それらに關与する因子についてさらに明らかにできると考えられる。また、本研究における萌芽枝整理の最終的な目的は、景観上および防犯上の観点から緑地内での見通しを改善することであり、整理後に新たに発生した萌芽枝のこれからの成長次第では、一時的に改善された緑地内の見通しが再び悪化する可能性もある。そのため、新たに発生した萌芽枝に対する更なる整理の必要性も含めて今後の成長を注視していく必要がある。

引用文献

- 阿江範彦・養父志乃夫（1990）日緑誌16（2）：33-38
堀 大才（1999）グリーン・エージ 312, 24-27
小林祐志・福山正隆（2001）緑地環境学, 304 pp, 文栄堂出版, 東京
小池孝良（2004）樹木生理生態学, 280 pp, 朝倉書店, 東京
九州大学キャンパス計画室（2014）<https://campus.kyushu-u.ac.jp/archive/examresult/wgreport/pdf/mon/h26sum.pdf>（2023年11月6日利用）
九州大学緑地管理計画サブグループ（2000）https://campus.kyushu-u.ac.jp/archive/examresult/wgreport/pdf/green_h12-9-14.pdf（2023年11月6日利用）
Miller PM and Kauffman JB（1998）bioTROPICA, 30（4）：538-546
Liu Z *et al.*（2011）For. Ecol. Manag. 262：299-306
崎尾 均ほか（1990）森林立地 32（1）：1-5
多田 享（1999）グリーン・エージ 312, 20-23

（2023年11月10日受付；2024年1月19日受理）