

下刈りを省略した植栽地におけるヒノキ挿し木チューブ苗の生存と初期成長

島田博匡（三重県林業研）・奥田清貴（元三重県林業研）

ヒノキ挿し木チューブ苗を無下刈りで育成した場合の生存と初期成長、シカ食害に対する耐性を明らかにするために、獣害防護柵内外に MKN と神光 2 号の挿し木チューブ苗、実生裸苗を植栽して無下刈りで育成し、4 年間または 5 年間の生存と成長量などを調査した。獣害防護柵内において、挿し木チューブ苗の生存率は実生裸苗と同程度以下であった。成長量は実生裸苗よりも小さかった。獣害防護柵外では挿し木チューブ苗、実生裸苗ともに柵内よりも成長量が著しく小さかった。通常植栽期に植栽した植栽木の生存、初期成長、シカ食害耐性では挿し木チューブ苗の優位性は確認できなかった。

キーワード：低コスト育林、シカ食害、雑草木量、MKN、神光 2 号

I はじめに

近年、三重県南部において、植栽コストの低減を目的として、ヒノキ挿し木チューブ苗の造林事例が増加している (4, 11, 14)。ヒノキ挿し木チューブ苗は、ビニール製の農業用灌水チューブ (幅 5cm, 直径 3.2cm 程度) を 15cm 程度に切り、片方の端部をステーブラー止めて細長いポット状にし (容量 120ml 程度)、これに鹿沼土を充填した培地に挿し穂を挿して育成した 1 年生の苗木である (11)。培地付きであることから植栽時期の平準化に寄与するとともに、1 本あたり 100~150g 程度と軽量かつコンパクトな形状であることから、苗木の運搬と植栽にかかるコスト縮減に貢献している (4, 11, 14)。

また、根鉢があることから植栽後の良好な活着が得られる可能性があり、挿し穂として初期成長が速いとされる神光 2 号 (9, 10)、ナンゴウヒ系の MKN (15) などのヒノキ挿し木品種が使用されていることから初期成長が速く、下刈り省略にも繋がる可能性がある。さらに、ナンゴウヒ、神光 2 号はニホンジカ (以下、シカ) による食害を受けにくいとする報告がある (2)。加えて、神光 2 号においては、芯が折れた場合には下枝が芯に代わり、数年のうちに修正する性質を持つとされる (9)。この特性が獣害後の修正力に関係し、新植地においてシカ食害を受けた神光 2 号が、下刈りが行われずに雑草木が繁茂した状態の中で再生した可能性が報告されており (12)、このようなシカ食害に対する耐性 (本研究では、シカ食害の受けにくさや修正力を耐性とする) が、獣害防護柵の省略に繋がることにも期待がある。しかし、ヒノキ挿し木チューブ苗の活着や成長などに関するデータは島田ら (14) の報告があるのみで、不明な点が多い。そこで、本研究では植栽地の獣害防護柵内外にヒノキ挿し木チューブ苗、比較対照として従来から植栽されている 2 年生実生裸苗を植栽して無下刈りで育成し、4 年間または 5 年間の

生存と成長量などを調査した。この結果から、ヒノキ挿し木チューブ苗の生存と初期成長、シカ食害に対する耐性について、実生裸苗に対する優位性を検討した。

II 方法

1. 試験地

三重県津市白山町内の標高約 250~290m に位置する面積 1.45ha の南東向きの林地を試験地とした。メッシュ気候値 2010 (5) から算出した暖かさの指数は 106.0°C、年間降水量は 1737.2mm である。2011 年 1~3 月にスギ人工林の皆伐、地拵えが行われた後、試験地内を 11 試験区に区域分けした。各区域には谷から尾根までを含み、面積は 0.12~0.15ha であった (図-1, 表-1)。

1 年生の MKN 挿し木チューブ苗と神光 2 号挿し木チューブ苗、2 年生実生裸苗を 2011 年 3 月と 2012 年 2 月に植栽した。2011 年 3 月の植栽では、試験地の北側に設けた 6 つの試験区のうち 3 つの試験区を囲むように獣害防護柵を設置して柵内と柵外を 3 つずつの試験区とし、柵内外ともにそれぞれの試験区に異なる苗タイプの苗木を植栽密度 1000 本/ha で植栽した (以下、2011 年植栽; 図-1, 表-1)。各試験区内の植栽本数は 114~125 本であった。2012 年 2 月の植栽では、試験地の南側の 4 つの試験区を囲むように獣害防護柵を設置し、3 つの試験区にそれぞれ異なる苗タイプの苗木を植栽密度 2000 本/ha で植栽した (以下、2012 年植栽; 図-1, 表-1)。各試験区内の植栽本数は 234~246 本であった。植栽後は両植栽年の植栽地ともに下刈りを行わずに育成した。なお、2011 年植栽では、植栽年に多くの枯死木が生じたため、2012 年 2 月に補植を行った。

2. 調査方法

2011 年植栽については、植栽直後の 2011 年 3 月、1 成長期経過後の 2011 年 11 月、2 成長期経過後の 2012 年 11 月、3 成長期経過後の 2014 年 2 月、4 成長期経過後

SHIMADA Hiromasa*, OKUDA Kiyotaka

Survival and initial growth of vinyl tube pot-grown hinoki cutting in a non-weeded stand

shimah03@pref.mie.jp

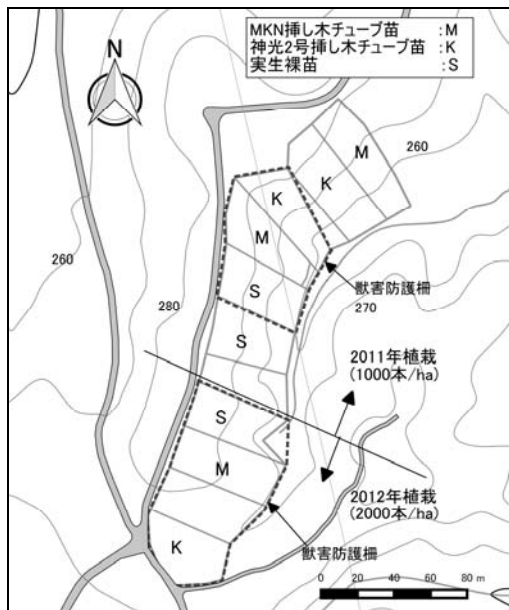


図-1. 試験地及び試験区の配置

表-1. 試験区の概要

植栽年	苗タイプ	獣害防護柵 内外	植栽密度 (本/ha)	植栽面積 (ha)	植栽本数 (本)
2011年	MKN挿し木チューブ苗	柵内	1000	0.12	115
	神光2号チューブ苗	柵内	1000	0.12	114
	実生裸苗	柵内	1000	0.12	125
	MKN挿し木チューブ苗	柵外	1000	0.14	115
	神光2号チューブ苗	柵外	1000	0.15	115
	実生裸苗	柵外	1000	0.13	120
2012年	MKN挿し木チューブ苗	柵内	2000	0.13	234
	神光2号チューブ苗	柵内	2000	0.13	246
	実生裸苗	柵内	2000	0.13	237

の2015年2月、5成長期経過後の2016年1月に各試験区内の全植栽木の生残と生存木の樹高 (cm)、地際径 (mm、地上高5cm)、樹冠面積 (m²、最大樹冠幅とそれに直交する樹冠幅より算出) を測定した。同時にシカ食害の有無を記録した。また、2016年1月の最終調査では雑草木との競合状況と樹形異常も記録した。雑草木との競合状況は、山川ら (16) の方法により植栽木と雑草木の垂直的な競争関係に基づいて、C1~C4の4カテゴリに分類し、植栽木の樹冠が周辺の雑草木から半分以上露出しているものをC1、植栽木の樹冠が周辺の雑草木から半分未満露出しているものをC2、植栽木と雑草木の梢端が同じ位置にあるものをC3、植栽木が雑草木に完全に覆われているものをC4として記録した。樹形異常については、主軸が途中で二又以上になる「分岐」、主軸がS字状に曲がる「クランク」、主軸が途中から湾曲して梢端が下方を向く「屈曲」がみられる個体を樹形異常として記録した。2012年植栽についても、植栽直後の2012年4月、1成長期経過後の2012年11月、2成長期経過後の2014年2月、3成長期経過後の2015年2月、4成長経過後の2016年1月に同様の調査を行った。

試験地における雑草木の繁茂状況を明らかにするた

めに、植栽年から2015年の最終調査年まで毎年7~8月に雑草木現存量調査を行った。1m×1mの方形枠を2011年植栽の柵内に4~7箇所/年、柵外に5~10箇所/年、2012年植栽柵内に4~8箇所/年、ランダムに設置して地上部の全維管束植物を刈り取り、実験室に持ち帰って木本、草本、シダに分類した後、それぞれを70℃で48時間乾燥して重量を測定した。

また、試験地におけるシカの生息状況を把握するために、試験地内の柵外に30mの調査線を4本設置し(計120m)、2011年6月10日と11月30日に調査線沿いの幅1m内にみられたシカの糞粒数を数え、糞粒法 (1) によってシカ生息密度を算出した。

3. 解析方法

各苗タイプの生存、初期成長特性を明らかにするために、獣害防護柵内のMKN挿し木チューブ苗、神光2号挿し木チューブ苗、実生裸苗の生存、成長量を植栽年毎に比較した。また、シカ食害に対する耐性を明らかにするために、各苗タイプについて、2011年植栽の獣害防護柵内と柵外における生存と樹高成長量を比較した。

両植栽年の各試験区の毎年の生存調査の結果からKaplan-Meier法による生存曲線を作成した。このとき、2011年植栽の補植木については解析に含めなかった。獣害防護柵内における苗タイプ間の比較については、植栽年毎にLog-Rank検定により苗タイプ間の生存曲線の差異を検定した。検定が有意であった場合には、どの苗タイプ間に差があるのかをみるためにBonferroniの多重比較を行った。加えて、2016年の最終調査時点の生存率を一般化線形モデル (以下、GLM) で検定し、有意であった場合にはBonferroniの多重比較を行った。なお、GLMの誤差分布は二項分布、リンク関数はLogitとした。また、各苗タイプの獣害防護柵内外の比較についても同様にLog-Rank検定により柵内外の生存曲線の差異を検定した。最終調査時点の生存率についても同様にGLMで検定した。

成長の解析には、毎年の調査時に生存していた当初植栽木を対象とし、2011年植栽の補植木については解析に含めなかった。各試験区の調査年毎の樹高、地際径、樹冠面積の平均値、標準偏差を求めた。また、最終調査時まで生存していた植栽木を対象に樹高、地際径、樹冠面積について、最終調査時の値から植栽時の値を引いた値を成長量 (4年間または5年間) とし、各試験区の平均成長量と標準偏差を求めた。獣害防護柵内における苗タイプ間の成長量の比較では、一元配置分散分析を行い、そこで有意差がみられた場合、どの苗タイプ間に差があるのかをみるためにBonferroniの多重比較を行った。各苗タイプの獣害防護柵内外の樹高成長量の比較についてはt検定を行った。

雑草木現存量については、調査年毎に2011年植栽の柵内と柵外、2012年植栽柵内の区分で平均値を算出し

た。

Ⅲ 結果

1. 獣害防護柵内における苗タイプ間の生存曲線の比較

図-2に獣害防護柵内における苗タイプ間の生存曲線の比較を植栽年毎に示す。2011年植栽では、いずれの苗タイプも植栽年の活着が悪く、35～50%程度が枯死した。その後はほぼ横ばいで推移し、5年間の生存曲線に有意差はみられなかった。また、5年後の生存率にも有意差はみられなかった (GLM, $p > 0.05$)。2012年植栽では、4年間の生存曲線に有意差がみられた。4年後の生存率についても、全ての苗タイプ間で有意差がみられ (Bonferroni の多重比較, $p < 0.001$)、挿し木チューブ苗は実生裸苗よりも生存率が低かった。なお、MKN 挿し木チューブ苗、神光2号チューブ苗、実生裸苗の最終調査時の生存本数は2011年植栽がそれぞれ66本、55本、55本、2012年植栽が199本、151本、222本であった。

2. 獣害防護柵内における苗タイプ間の成長の比較

図-3に獣害防護柵内における苗タイプ間の成長量の比較を植栽年毎に示す。両植栽年ともに、樹高、地際径、樹冠面積のいずれについても、挿し木チューブ苗は実生裸苗よりも有意に成長量が小さかった。

なお、最終調査時の雑草木との競合状況について、生存木のなかで、植栽木の樹冠が雑草木の高さを超えているC1とC2が占める割合は、2011年植栽ではMKN 挿し木チューブ苗 56%、神光2号挿し木チューブ苗 45%、実生裸苗 44%で、成長量の大きかった実生裸苗でやや少なかった。2012年植栽では、MKN 挿し木チューブ苗 49%、神光2号挿し木チューブ苗 23%、実生裸苗 71%で、神光2号挿し木チューブ苗で少なかった。また、樹形異常は2011年植栽のMKN 挿し木チューブ苗で12.1%であった以外は全て10%未満であった。

3. 各苗タイプの獣害防護柵内外の生存曲線の比較

図-4に2011年植栽について、獣害防護柵内外で生存曲線を比較した結果を示す。いずれの苗タイプでも柵内外ともに植栽年に多くが枯死していたが、その後はほぼ横ばいで推移した。また、全ての苗タイプにおいて柵内外間で生存曲線に有意差がみられたが、5年後の生存率では、神光2号挿し木チューブ苗のみ柵内外間で有意差がみられ (GLM, $p < 0.001$)、柵外で低くなった。なお、柵外におけるMKN 挿し木チューブ苗、神光2号チューブ苗、実生裸苗の最終調査時の生存本数はそれぞれ56本、18本、59本であった。

4. 各苗タイプの獣害防護柵内外の樹高成長の比較

図-5に獣害防護柵内外の樹高成長の経年変化を苗タイプ毎に示す。柵内では、2011年植栽はいずれの苗タイプでも植栽年にやや成長が停滞したが、その後は順調に成長した。2012年植栽は植栽年から順調な成長傾向がみられた。柵外では初年度からほぼ横ばい傾向で

ほとんど成長がみられなかった。図-6に2011年植栽の獣害防護柵内外の5年間の樹高成長量の比較を示す。柵外では、いずれの苗タイプでも植栽時からほとんど成長しておらず、柵内よりも有意に小さい傾向がみられた。なお、2011年植栽の柵外の最終調査時の雑草木との競合状況について、生存木のなかでC1とC2が占める割合はMKN 挿し木チューブ苗 4%、神光2号挿し木チューブ苗 11%、実生裸苗 8%であり、大半の生存木が雑草木に被覆されていた。

5. 植栽木に対するシカ食害の状況

糞粒法によるシカ生息密度は2011年6月10日が21.5頭/km²、2011年11月30日が76.8頭/km²であった。2011年植栽の獣害防護柵外では、いずれの苗タイプについても、植栽年からほぼ全ての植栽木がシカ食害を受け、2012年には全ての植栽木に被害がみられた。被害程度も激害の個体が多かった。獣害防護柵内においても、2011年植栽では2012年以降、2012年植栽では2014年以降に柵内にシカが侵入した。侵入が確認された際には柵の補修を実施したが、繰り返し侵入を受けた。挿し木チューブ苗で50～80%程度、実生裸苗で80～90%程度の植栽木にシカ食害の被害が確認されたが、枝先程度の軽微な被害が多かった。

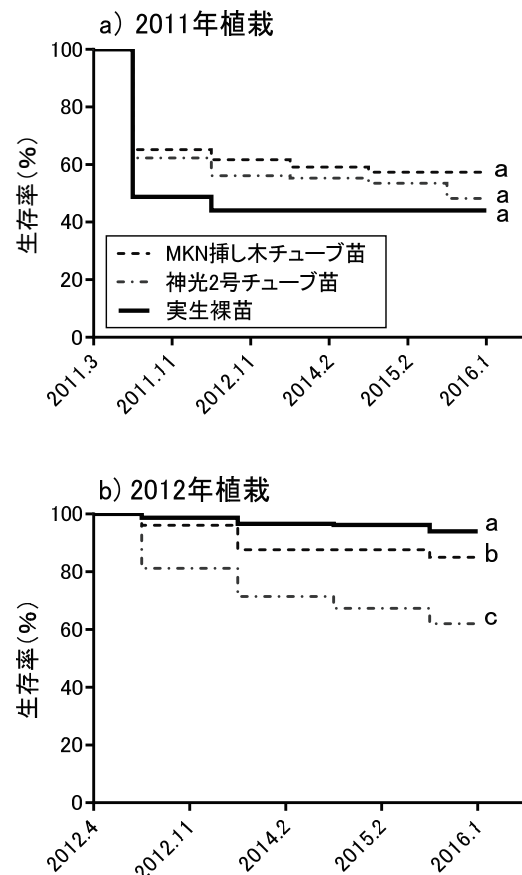


図-2. 獣害防護柵内における苗タイプ間の生存曲線の比較

異なる英文字間には有意差がある (Bonferroni の多重比較, $p < 0.05$)。

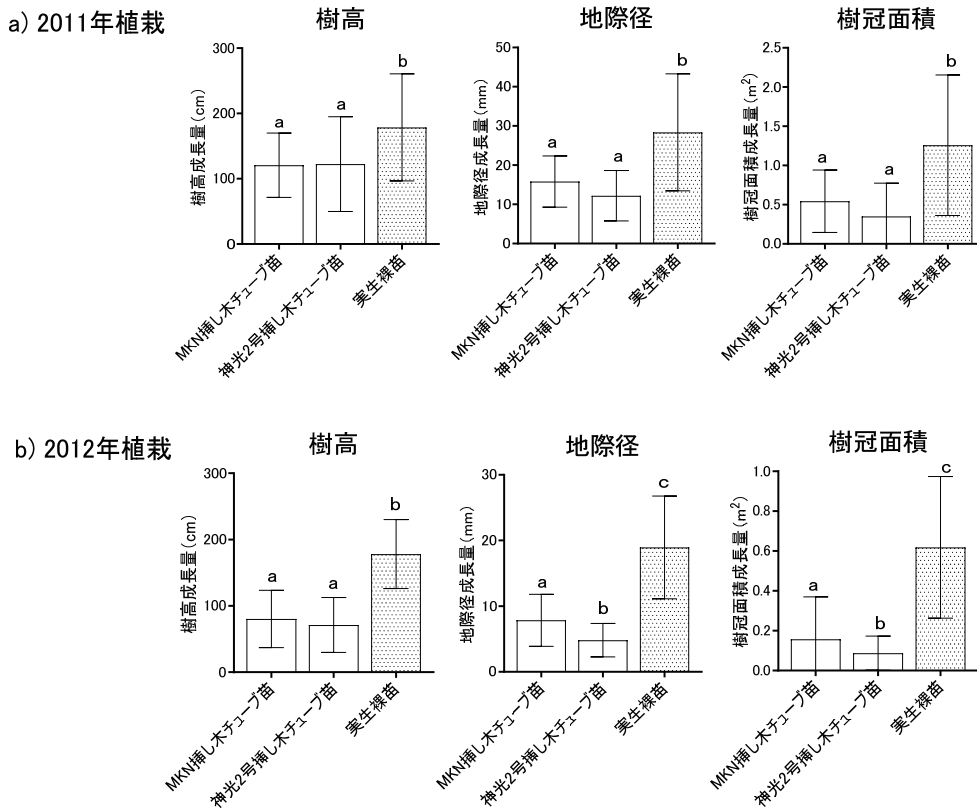


図-3. 獣害防護柵内における苗タイプ間の成長量の比較

a) 2011年植栽は5年間, b) 2012年植栽は4年間の成長量を示す。誤差線は標準偏差を示す。異なる英文字間には有意差がある (Bonferroni の多重比較, $p < 0.05$)。

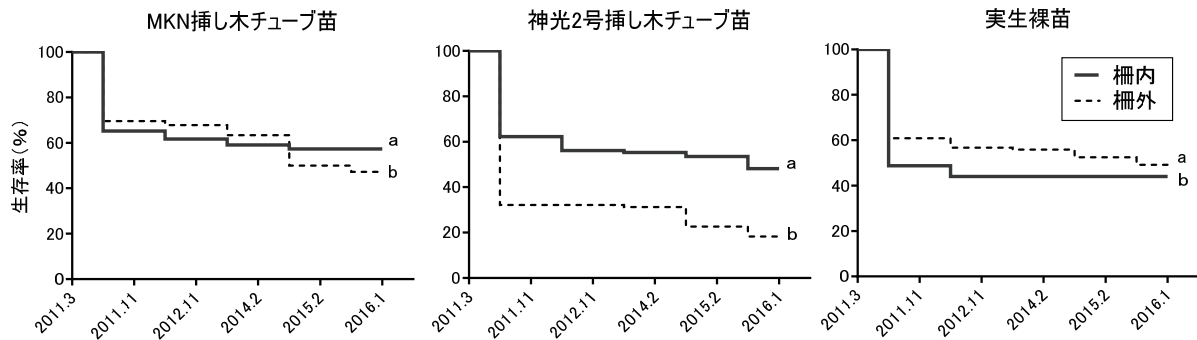


図-4. 2011年植栽の獣害防護柵内外の生存曲線の比較

柵内の生存曲線は図-2 a と同一である。異なる英文字間には有意差がある (Log-Rank 検定, $p < 0.05$)。

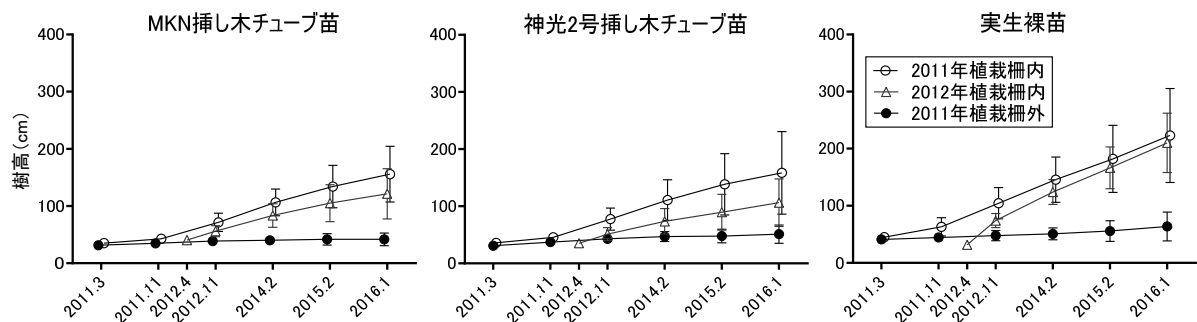


図-5. 獣害防護柵内外の樹高成長の経時変化

誤差線は標準偏差を示す。

6. 雑草木現存量の経年変化

図-7に、雑草木現存量の経年変化を示す。2011年植栽の柵内外、2012年植栽柵内のいずれについても、年々現存量は増加する傾向がみられた。また、柵内外で現存量と組成に差がみられ、柵内では、2011年植栽、2012年植栽ともに柵外よりも現存量が大きく、現存量の大半を木本が占めていた。柵外ではススキなどの草本、ウラジロ、コシダなどのシダが占める割合も大きかった。

IV 考察

1. 挿し木チューブ苗の生存、初期成長特性

試験地における糞粒法によるシカ生息密度は2011年6月10日が21.5頭/km²、2011年11月30日が76.8頭/km²であり、自然植生にあまり目立った影響が出ない密度とされる3~5頭/km²(3)を大きく超えていた。雑草木の現存量や組成は獣害防護柵内外で差異がみられ(図-7)、柵外では大きな採食圧があったと考えられる。柵内にもシカが度々侵入し植栽木を採食したが、枝先程度の軽微な被害が多く、樹高も毎年順調に成長していたことから(図-5)、柵内ではシカ食害の影響は小さかったものと推測される。そのため、獣害防護柵

内の2011年植栽と2012年植栽の植栽木に対する調査結果から、挿し木チューブ苗と実生裸苗の生存と初期成長を比較することで各苗タイプの特性が明らかになることができると考えられる。なお、2011年植栽と2012年植栽では植栽密度が異なるが、植栽後初期の植栽木の生存や成長に対して、植栽密度の影響はみられないことが報告されている(14)。

柵内における挿し木チューブ苗、実生裸苗の生存曲線、最終調査年の生存率は植栽年間で異なったが、挿し木チューブ苗の生存率は実生裸苗と同程度か、低くなる傾向がみられた(図-2)。成長量は、両植栽年ともに挿し木チューブ苗は実生裸苗よりも小さかった(図-3)。植栽木の成長に影響する可能性がある雑草木との競合状況は、2011年植栽では苗タイプ間で顕著な差がみられなかったが、2012年植栽では神光2号挿し木チューブ苗で被覆個体の割合が高く、MKN挿し木チューブ苗よりもやや成長量が小さかったこと(図-3b)に影響した可能性もある。しかし、両植栽年ともにほぼ同様の傾向がみられたことは、苗タイプの特性が結果に反映されているものと考えられる。島田ら(14)も、神光2号挿し木チューブ苗と実生裸苗の比較において、本研究と同様に挿し木チューブ苗は実生裸苗よりも生

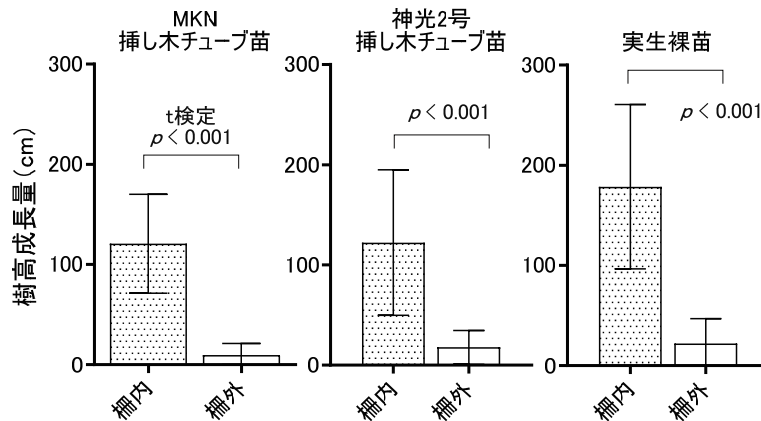


図-6. 2011年植栽の獣害防護柵内外の5年間の樹高成長量の比較
誤差線は標準偏差を示す。柵内のデータは図-3aと同一である。

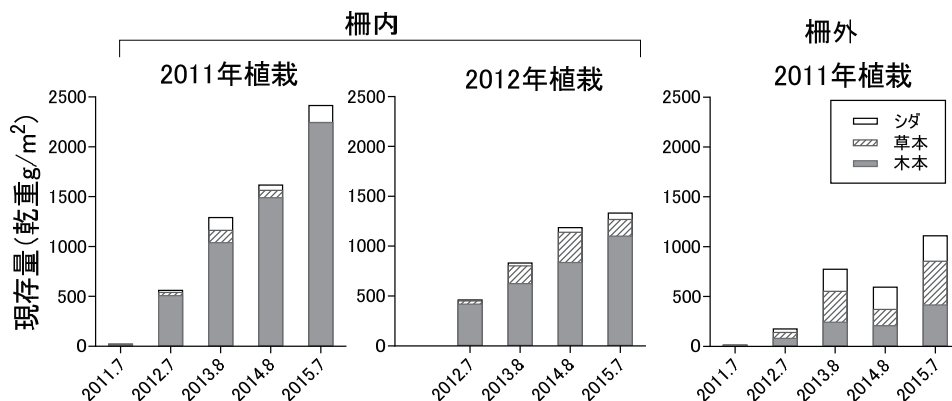


図-7. 雑草木現存量の経年変化

存率、初期成長が劣ることを報告している。このことには、挿し木苗は実生苗よりも初期成長が劣ること(6, 7, 8)が関係したと考えられる。また、挿し木チューブ苗はチューブ内で根巻きがみられること、苗齢が挿し木チューブ苗では1年生に対して実生裸苗が2年生であったことなども影響した可能性があり、両者の差異をもたらす要因については、さらに検討が必要である。

2. 挿し木チューブ苗のシカ食害に対する耐性

2011年植栽の各苗タイプについて、最終調査年の生存率は神光2号挿し木チューブ苗のみ獣害防護柵内外間で有意差がみられ、柵外で低かった(図-4)。神光2号の1年生挿し木苗は根系の発達が弱く、植栽直後のシカ食害の影響を受けやすかった可能性がある。樹高成長量については、最終調査年にはどの苗タイプも柵外では大半の生存木が雑草に被覆されていたが、シカ食害の影響を強く受けて、柵内よりも著しく成長量が小さく、ほとんど成長がみられなかった(図-5, 6)。本研究では、挿し木チューブ苗において、これまでに報告されているようなナンゴウヒ、神光2号のシカ食害の受けにくさ(2)、シカ食害後の修正力(12)は確認できなかった。このようなシカ食害に対する耐性の発揮には、雑草の現存量や植栽後の再生速度、シカ生息密度の多少など様々な条件が関係している可能性がある(13)。

V おわりに

本研究において、無下刈り条件における1年生のヒノキ挿し木チューブ苗の生存、初期成長、シカ食害に対する耐性について、従来から使用されている2年生の実生裸苗と比較した。今回実施した2~3月の通常植栽期の植栽において、挿し木チューブ苗の生存、初期成長、シカ食害耐性について、実生苗に対する優位性は確認できなかった。しかし、植栽を行う立地条件、シカ生息密度などによっては挿し木チューブ苗が有効に活用できる箇所があるかもしれないことから、今後さらに生存や成長面からの植栽適地については検討を行う必要がある。また、挿し木チューブ苗には、植栽コスト低減や通年植栽での有効性が報告されているが(4, 11, 14)、これらについてもさらにデータを取得したうえで、植栽コスト面も踏まえて挿し木チューブ苗の使用が優位となる条件を明らかにしていく必要がある。

ある。

引用文献

- (1) 岩本俊孝・坂田拓司・中園敏之・歌岡宏信・池田浩一・西下勇樹・常田邦彦・土肥昭夫(2000)糞粒法によるシカ密度推定式の改良. 哺乳類科学 40:1-17
- (2) 鍛冶清弘・久保田勝義・壁村勇二・椎葉康喜・井上幸子・馬淵哲也・榎木勉(2012)九州山地の高標高地域に植栽されたヒノキ挿し木苗と実生苗の初期成長. 九大演報 93:17-20
- (3) 環境省(2016)特定鳥獣保護・管理計画作成のためのガイドライン(ニホンジカ編・平成27年度). 環境省自然環境局野生生物課鳥獣保護管理室
- (4) 川端康樹(2014)低コスト造林の取り組み事例. 杉道 33:7-11
- (5) 国土交通省 国土数値情報 平年値メッシュデータ(メッシュ平年値2010). <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-G02.html> (2016/5/2 アクセス)
- (6) 草野僚一・家入龍二(2006)ヒノキサシ木品種ナンゴウヒの成長特性. 九森研 59:243-244
- (7) 松永孝治・倉本哲嗣・下村治雄・江藤幸二(2008)スギおよびヒノキにおける実生とさし木の初期成長形質の比較. 九森研 61:124-127
- (8) 宮島寛(1989)九州のスギとヒノキ. 九州大学出版会
- (9) 二宮一雄(1992)ヒノキクロン「上光二号桧」の育成に取り組んで. 日本天然絞研究会誌. 平成4年11月発行:43-48
- (10) 二宮一雄(2000)ヒノキクロン「神光檜」と創造的林業のとりくみ.(クロン林業はこうしてつくろう. 日本天然絞研究協会編, フォレスト・リサーチ研究所). 212-228
- (11) 林野庁 森林整備革新的取組支援事業について事例3「ヒノキポット苗の試作・改良と再造林コストの検証」(速水林業). <http://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/kanbatu/hojyojiyou/attach/pdf/kakushin-3.pdf> (2017/10/27 アクセス)
- (12) 島田博匡(2012)下刈りと獣害防護柵を省略した若齢ヒノキ人工林の成長と形質. 中森研 60:25-28
- (13) 島田博匡・奥田清貴・前田章博(2017)シカ高密度生息地域のヒノキ新植地における雑草によるシカ食害軽減効果の検証. 中森研 65:69-74
- (14) 島田博匡・奥田清貴・中井昌之(2017)三重県鍛冶屋又国有林において低密度で植栽したヒノキの初期成長に及ぼす植栽密度と下刈り及び苗木タイプ品種の影響. 三重県林業研報 7:1-19
- (15) 塩川彰(1986)ナンゴウヒノキなどヒノキの挿木造林について. フォレストコンサル 30:2-8
- (16) 山川博美・重永英年・荒木眞岳・野宮治人(2016)スギ植栽木の樹高成長に及ぼす期首サイズと周辺雑草の影響. 日林誌 98:241-246