

# 12

## 植栽後の成長



藤本浩平<sup>1)</sup>、渡辺直史<sup>1)</sup>、山崎真<sup>2)</sup>、三浦真弘<sup>3)</sup>、磯田圭哉<sup>3)</sup>

1: 高知県立森林技術センター、2: 高知県中央東林業事務所、3: 林木育種センター

スギ第二世代精英樹候補木種子で育てたコンテナ苗(第二世代)の成長を評価するために、第一世代の交配で得られたコンテナ苗(人工交配)、従来の精英樹種子で育てたコンテナ苗(自然交配)と一緒に植栽し、樹高と根元直径の測定を行いました。樹高は、いずれの測定時でも第二世代>人工交配>自然交配の順でした。形状比は、いずれの苗も時間経過に伴い低下する傾向がみられました。

### 調査に用いた苗木について

第二世代精英樹候補木自然交配種子(以下、第二世代)と第一世代精英樹人工交配種子(以下、人工交配)は、関西育種場四国増殖保存園(香美市)で採種された種子を用い、自然交配種子(以下、自然交配)は、高知県内で流通する高知県精英樹採種園(香美市)で採取された種子を用いました。(図1)。育苗箱へ播種し、幼苗をココピートオールを充填したマルチキャビティコンテナ(JFA150)へ移植して1年間育苗しました。

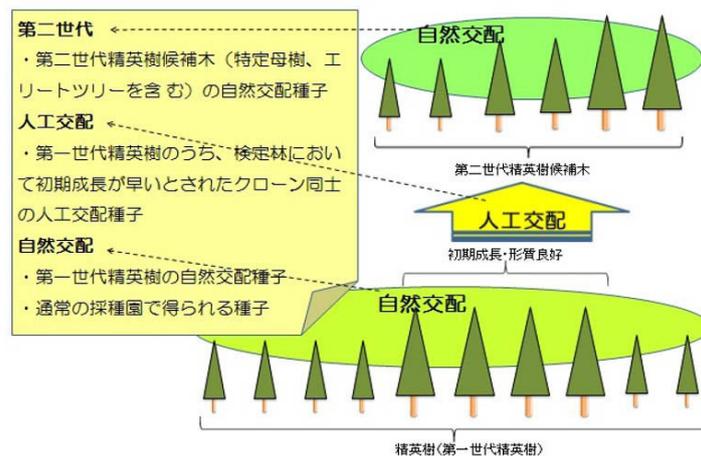


図1 調査に用いた苗木の種子由来

### コンテナ苗の植栽と活着

2015年3月に、皆伐地に各苗80本ずつを交互に、2,500本/haで植栽しました。2成長期後の生存率は、第二世代100%、人工交配93.8%、自然交配96.3%でした(図2)。人工交配の枯死理由は、生理障害が2.5%、ウサギによる食害が3.8%でした。自然交配の枯死理由は、生理障害が2.5%、ウサギによる食害が1.3%でした。生存木にもウサギによる食害や誤伐による被害がみられ、前者は第1成長期中に、後者は第2成長期中に発生しました。

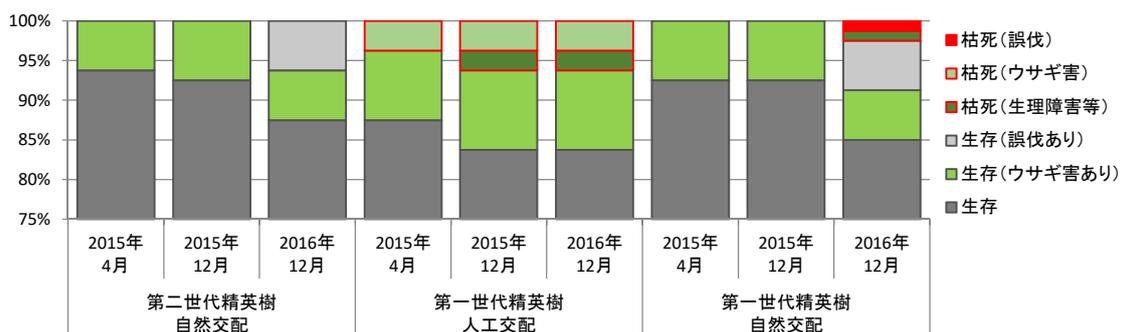


図2 植栽木の生存率と枯死理由

## 樹高の推移

樹高は、いずれの測定時でも第二世代 > 人工交配 > 自然交配の順でした。第二世代と自然交配の間に有意差がみられましたが、その差は10%に満たない程度でした(図3)。

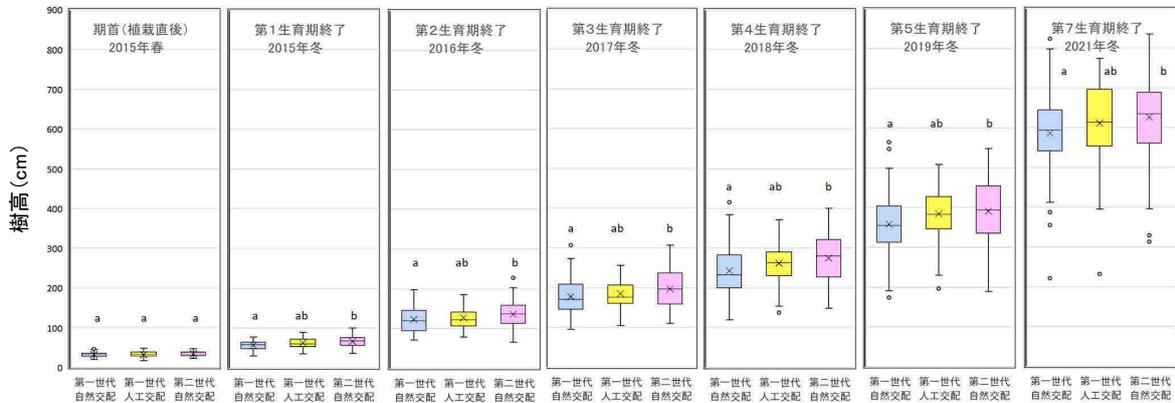


図3 植栽木の樹高

## 根元直径の推移

根元直径は、最初の測定時に地上高10cmで印をつけて同じところで測りました。第3成長期以降はいずれも順調に成長しましたが、種子の由来の間に有意差がみられませんでした(図4)。

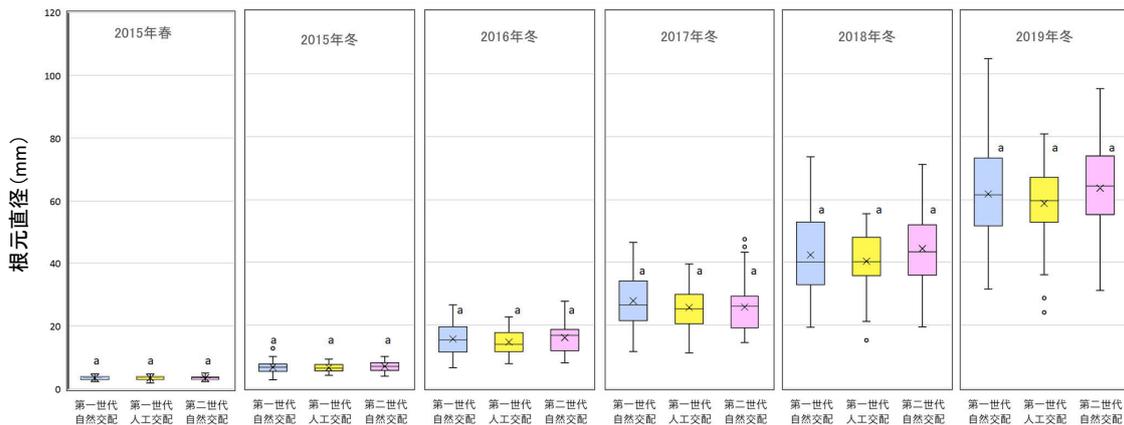


図4 植栽木の根元直径

## 形状比の推移

樹高を根元直径で割って求めた形状比は、植栽時に80~110を示すものが多くありましたが、時間経過に伴い低下し、第4成長期以降は60程度に収束しました。種子由来間に差がみられました(図5)。

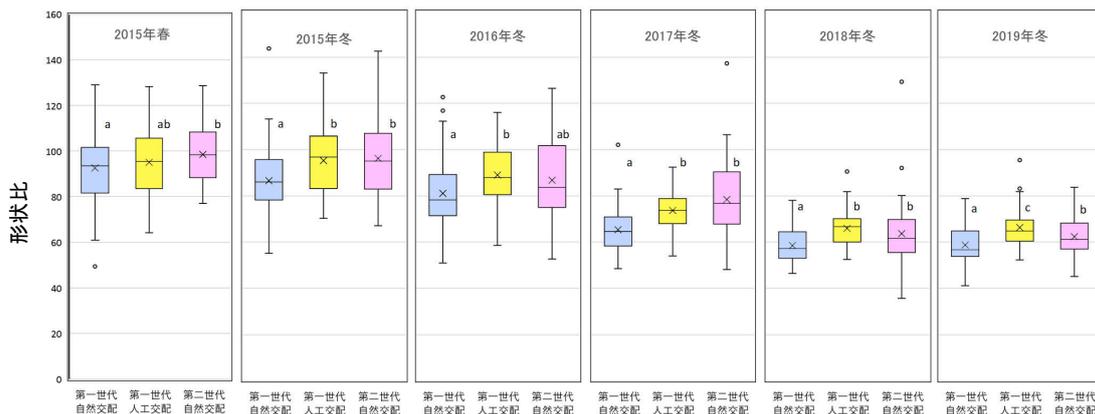


図5 植栽木の形状比

宮崎県では令和3(2021)年度に2,092haが再造林されています。植栽後の下刈りは通常6年間実施しており、対象面積は1万ha以上に及ぶことから下刈り期間の短縮は喫緊の課題となっています。そこで、九育2-136を含む5系統で試験地を設定し、4年間の成長量を測定しました。九育2-136は小型苗であったにもかかわらず、優れた樹高成長を示しました。

### 試験地と苗木の概要

試験地の面積は 0.12ha(0.04ha、3箇所)です。西向き斜面の標高500~600mに位置し、斜面上部から、ブロック1、2、3と配置しました(図1)。植栽した系統は、在来品種のタノアカ、第1世代精英樹は高岡署1号、西臼杵4号、始良20号の3系統、エリートツリーは九育2-136です。植栽間隔は2m(2,500本/ha)で、各系統の植栽環境が偏らないようランダム配置としました。九育2-136の苗木はさし木に用いた穂木の大きさや養苗期間が異なった等のため他の系統と比べて小型でした(図2)。

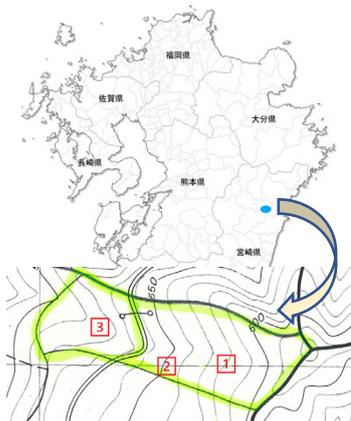


図1 美郷町北郷試験地

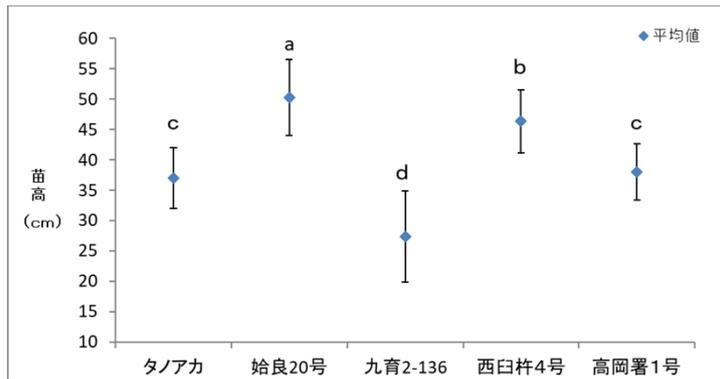


図2 植栽時の苗木サイズ(平均値と標準偏差)  
\*異なるアルファベット間で有意差あり

### 植栽4年後の苗木の成長

植栽前の苗木サイズが特に大きかった始良20号の平均372cmには及びませんでした。九育2-136は5系統の中では第2位の平均324cmまで成長し、相対成長率(初期サイズを加味した数値)は最高の0.62となり(表1)、宮崎県北部地域でも下刈り省略が十分期待できる系統であることがわかりました(図3)。

表1 植栽時の苗高と4年後の樹高

系統名	① 植栽時		② 4年後		②-① (LN②-LN①)/4年	相対成長率
	苗高(cm)	樹高(cm)	成長量	成長量		
タノアカ	37	306	269	0.53		
始良20号	50	372	322	0.50		
九育2-136	27	324	297	0.62		
西臼杵4号	46	320	274	0.48		
高岡署1号	38	272	234	0.49		

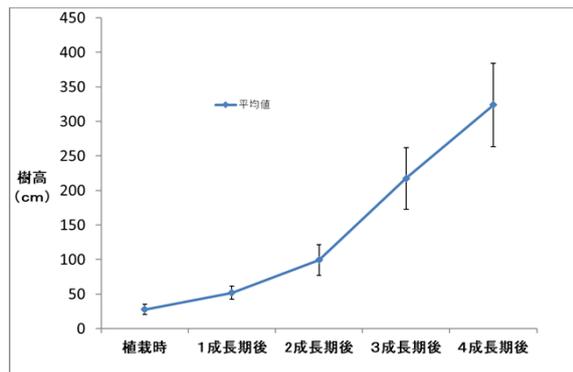


図3 九育2-136の樹高成長



適度な根鉢形成の苗木は林地での成長がよい

小川健一<sup>1)</sup>、望月智史<sup>1)</sup>、茂木靖和<sup>2)</sup>

1: 岡山県生物科学研究所、2: 岐阜県森林研究所

コンテナ苗の根鉢形成と植栽後の成長との関係を調査したところ、過度な根鉢形成は植栽後の成長の妨げになり、適度な根鉢形成が必要であることが分かりました。また、林地の成長に最適な根鉢形成の苗木は植栽時の酸化型グルタチオン(GSSG)施用効果も高く、同程度の根鉢形成でもGSSG施用して育苗した苗木の方が成長が良いことが分かりました。

コンテナ苗の根鉢の状態と植栽後の成長との関係

スギ実生苗をコンテナで1年間育苗し、植栽前に根鉢を5段階(1:根系未発達、2:不完全な根鉢、3:緩いが崩れない、4:崩れず生きた根が多く見られる、5:堅い根鉢で、培土はほとんど見えない)で評価し、岐阜県恵那市上矢作町の恵那市有林に植栽して、植栽1年次と2年次の伸長成長量(cm)を調査しました(図1)。林地の成長を高めるためにコンテナ育苗時にはハイコントロール700日タイプを一本につき、4.5gを配合した培地で生育させました。調査の結果、林地での成長を担保するために適度な根鉢形成が重要であることが分かりました。

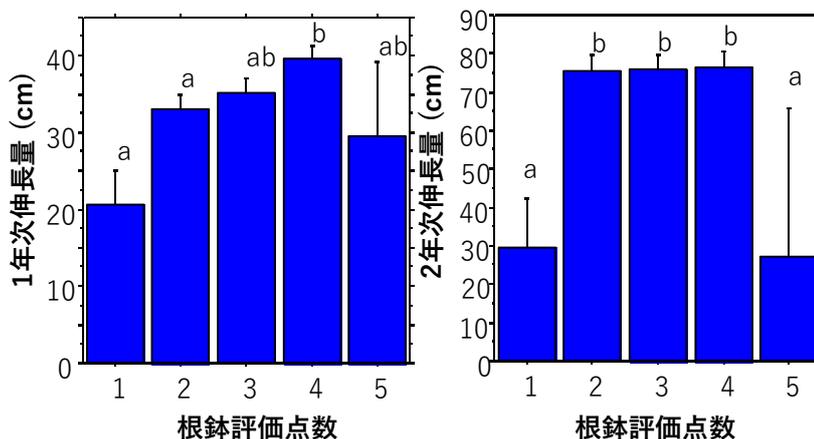


図1 コンテナ苗木の根鉢評価点数と植栽1年次(左)、2年次(右)の伸長量の関係  
グラフの数値=平均±標準誤差

適度な根鉢の苗木の伸長はGSSG施用によって高められる

酸化型グルタチオン(GSSG)施用効果との関係についても調査するために、GSSG施用の有無と苗木の根鉢形成の状態の違いが植栽後の伸長成長に与える影響を調査する試験を実施しました(図2)。GSSG施用区では、育苗時と植栽時にGSSGを施用しましたが、対照区では全く施用しませんでした。同じ根鉢評価点であってもGSSG施用した方が伸長成長が促されることが分かりました。

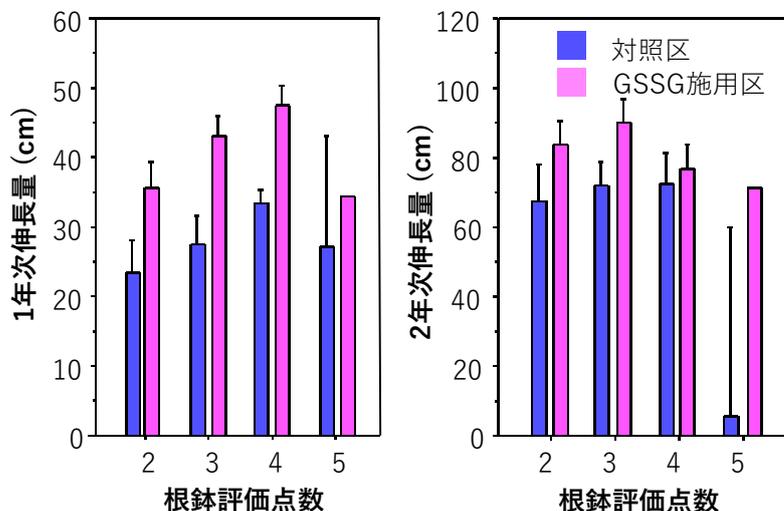


図2 根鉢評価点数とGSSG施用の効果との関係  
グラフの数値=平均±標準誤差

植栽時のみ・植栽前1ヶ月のみのグルタチオン施用試験例

飛田博順<sup>1)</sup>、上村章<sup>1)</sup>、山下直子<sup>2)</sup>、奥田史郎<sup>1)</sup>、原山尚徳<sup>1)</sup>、小川健一<sup>3)</sup>

1: 森林総合研究所、2: 森林総合研究所関西支所、3: 岡山県生物科学研究所

再生林における酸化型グルタチオン(GSSG)資材の施用について検討を行いました。育苗中には施用せず植栽時のみに施用した場合と、育苗中の植栽前1ヶ月間だけ葉面散布し植栽時には施用しなかった場合では、スギの植栽後に明確な樹高成長促進効果は認められませんでした。

植栽時のみGSSGを施用する試験：再生林地での事例

国有林の再生林地での植栽時に施用試験を行いました。スギ精英樹(中之条2)の種子を150ccコンテナに直接播種して2年間育苗したスギコンテナ苗を、2019年5月に茨城県北茨城市の国有林に植栽しました。追肥をしていないので植栽時のコンテナ苗は肥料が切れている状態です。育苗時にはGSSGの施用を行わず、植栽時のみGSSGを1%含むGSSG粒剤(カネカペプチドR1:0.15N-0P-0.1K)を施用しました(G)。施用なし(対照区)、Gのみ(G区:16g/本、植え穴に施用、24mg N施用)、緩効性肥料(F)のみ(F区:ハイコントロール650(100日)を10g/本、植栽したコンテナ苗の10cm横の地面5cm深に施用、1.6g N施用)、GとFの両方(GF区、1.6g N施用)の4処理を設定しました。植栽後4年間樹高を測定しました。その結果、2、3年目の期末樹高にGSSGと緩効性肥料の交互効果がみられたものの、対照区と3つの施用処理区の間で有意な差はみられず、GSSGや緩効性肥料施用による樹高成長促進効果は認められませんでした(図1)。

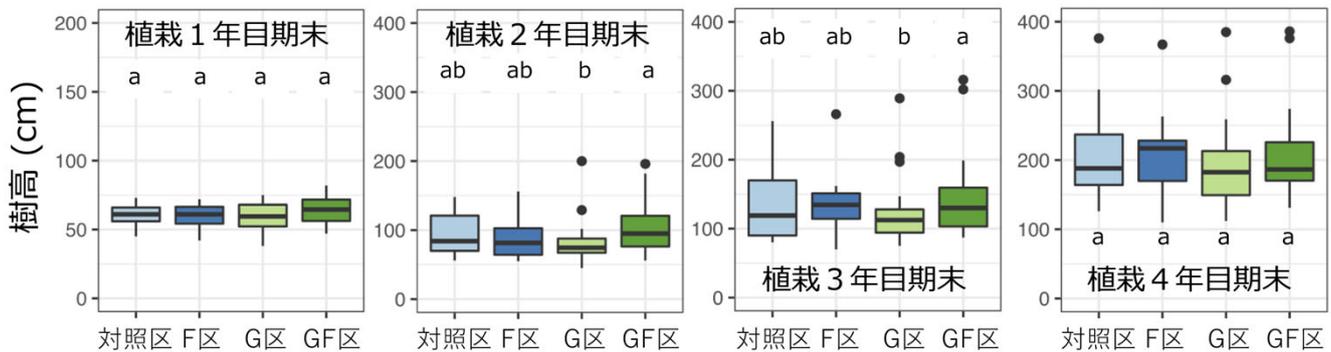


図1 スギコンテナ苗の植栽後の樹高

茨城県北茨城市の国有林(標高420~470m)での植栽試験の事例。植栽前年の2018年度中に伐採・地拵えを実施。植栽間隔は2.2mで、各処理20本。初年度の競合植生の被度は場所により数%から100%まで異なる(6月下旬時点)。1年目と2年目以降の縦軸のスケールが異なる。図中の同一アルファベットをもつ処理間に有意差はない(Tukeyの多重比較検定)。

今回の再生林地での植栽試験では、斜面の上から下まで、作業路を挟んだ約100mの距離にわたり植栽しましたが、植栽した場所により樹高成長が大きく異なりました(図2)。GSSG施用の効果が出やすい立地条件があるかもしれません。今後、土壌の厚さや水分条件などの立地環境条件や競合植生の影響を加味して、GSSG施用効果の検討を進めていきます。

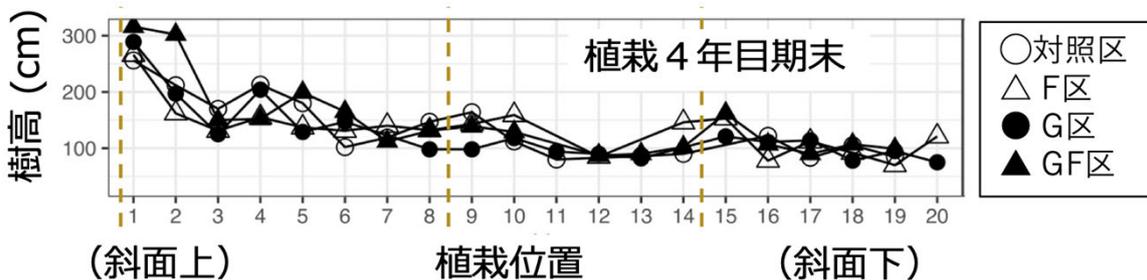


図2 スギコンテナ苗の植栽4年目期末の樹高の植栽位置による変動  
横軸は斜面位置、各印は1個体を示す。黄色点線は作業路の位置を示す。

## 植栽時のみGSSGを施用する試験：苗畑での事例

立地環境や競合植生のばらつきが少ないと考えられる茨城県つくば市の森林総合研究所の苗畑において、同様の施用試験を行いました。材料に市販の150ccのスギコンテナ苗を用いて、2020年5月の植栽時のみGSSG粒剤(G)を施用し、3年間の成長量を調べました。前述の再造林地での試験と同様の4処理(対照区、G区、F区、GF区)を設定しました。その結果、1年目の樹高に対して緩効性肥料の効果が見られましたが、処理間の有意な差はありませんでした(図3)。また、2年目以降の樹高には、処理の効果は見られませんでした。苗畑での植栽時のみのGSSG施用でも成長促進効果は見られませんでした。

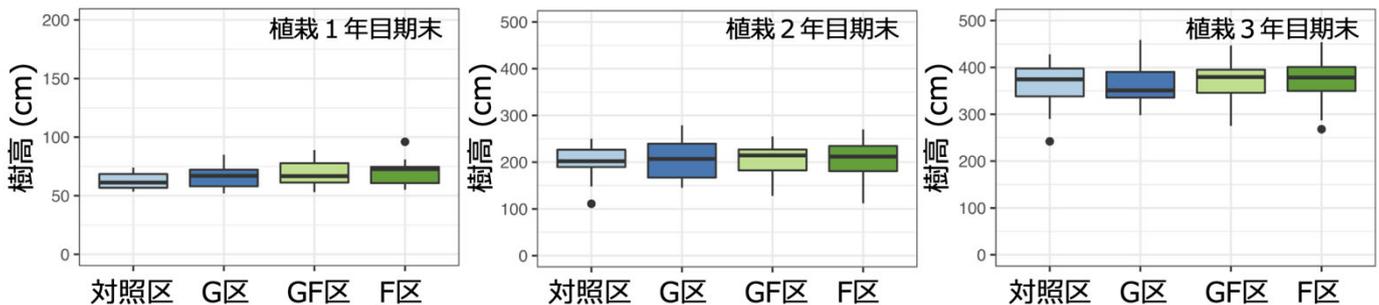


図3 スギコンテナ苗の植栽後の樹高

茨城県つくば市の森林総合研究所実験林苗畑での植栽試験の事例。植栽間隔は1.8mで、各処理16本。苗畑での試験のため、草刈りを適宜実施。1年目と2、3年目の縦軸のスケールが異なる。

## 夏植栽前1ヶ月間のみGSSGを葉面散布する試験：苗畑での事例

300ccコンテナで育苗した1年生少花粉スギ2系統(英田3号、美方3号)を、2021年7月に京都市の森林総合研究所関西支所構内に植栽しました。苗木の暑熱馴化が進んだ夏に、植栽の4週間前から週2回の頻度で、ハイポネックスプロフェッショナル(20-20-20)1000倍液(H区、窒素4mg/20mL)および15% GSSG水和剤500倍液(G区、窒素4mg/20mL)を、葉面散布しました。その結果、植栽から1年後と2年後の樹高成長はH区で最も高くなり、G区では対照区と同等でした(図4)。

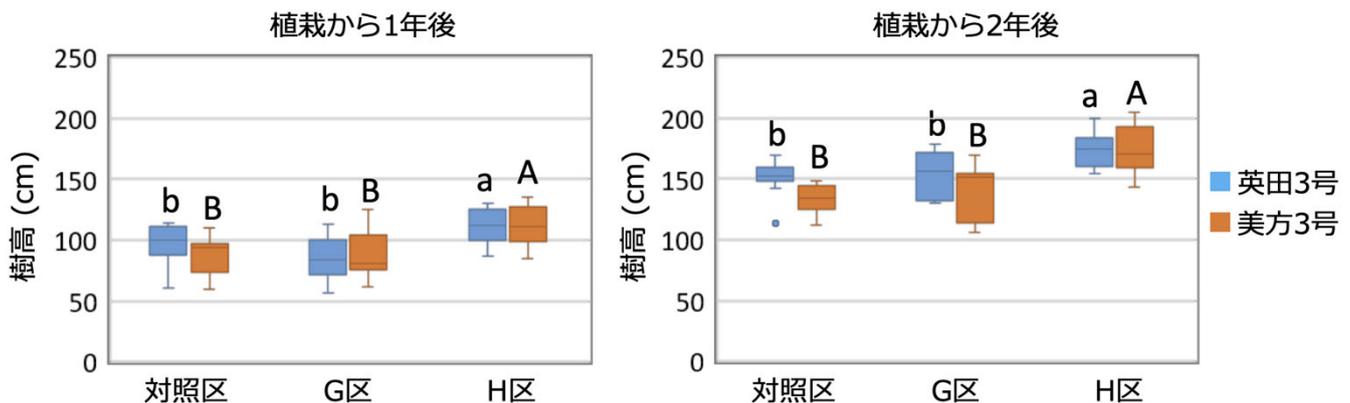


図4 スギコンテナ苗の植栽から1年後、および2年後の樹高

京都市の森林総合研究所関西支所構内での植栽試験の事例。植栽間隔は1.0mで各処理、各系統18本。図中の同一アルファベットをもつ処理間に有意差はない(Tukeyの多重比較検定)。なお、植栽時の平均樹高は、各系統内の処理間で有意な差なし(英田3号59.8cm、美方3号66.7cm)。

以上の3つの試験の方法では、スギの樹高成長にGSSGの施用による有意な効果が認められませんでした。効果的な資材の活用のために、このような事例も参考にいただければと思います。



植栽苗木への酸化型グルタチオン(GSSG)施用の効果は、土壌の状態の違いに影響されると想定されます。実際の調査地で苗木の植栽箇所ごとの土壌水分と植栽後の伸長成長量との関係を調査したところ、GSSG施用によって適度な土壌水分の箇所での成長が促進されるだけでなく、適応範囲が拡大する効果があることが分かりました。

### 成長には適度な土壌水分条件が必要

ハイコントロール700日タイプ4.5g/本を含むココピートオールド培地でコンテナ育苗した1年生スギ苗木を岐阜県恵那市有林に植栽し、植栽1年次と2年次の伸長量を個体毎に調査しました。また、植栽2年次夏に土壌水分計で個体毎の土壌水分を測定し、伸長量との関係をグラフにしました(図1)。育苗時にも植栽時にもGSSG施用しなかった苗木(図1、■)は、限られた土壌水分の範囲で良好な伸長成長が認められました。

### GSSG施用で生育適応範囲が拡大する

GSSG施用を施用しなかった場合に良好な成長がみられた土壌水分の範囲において、GSSG施用によって伸長成長が促進されただけでなく、対照の無施用(■)では成長低下がみられた、土壌水分が多い範囲、少ない範囲を含む広い範囲で良好な伸長が認められました。このGSSG施用の効果は、植栽時に施用した場合の方が強い傾向でした。土壌pHやEC値に関しても同様の傾向が認められました(詳細は別途発表予定)。これらの結果は、スギの成長は土壌条件によって低下しますが、GSSG施用により伸長生長を促進しうる、または伸長生長の低減幅を縮小できることを示唆しています。GSSG施用に期待できる効果は、植栽地の土壌条件によって異なると考えられることから、特に植栽時のGSSG施用については、植栽地の状況に応じて判断することが重要と考えられます。

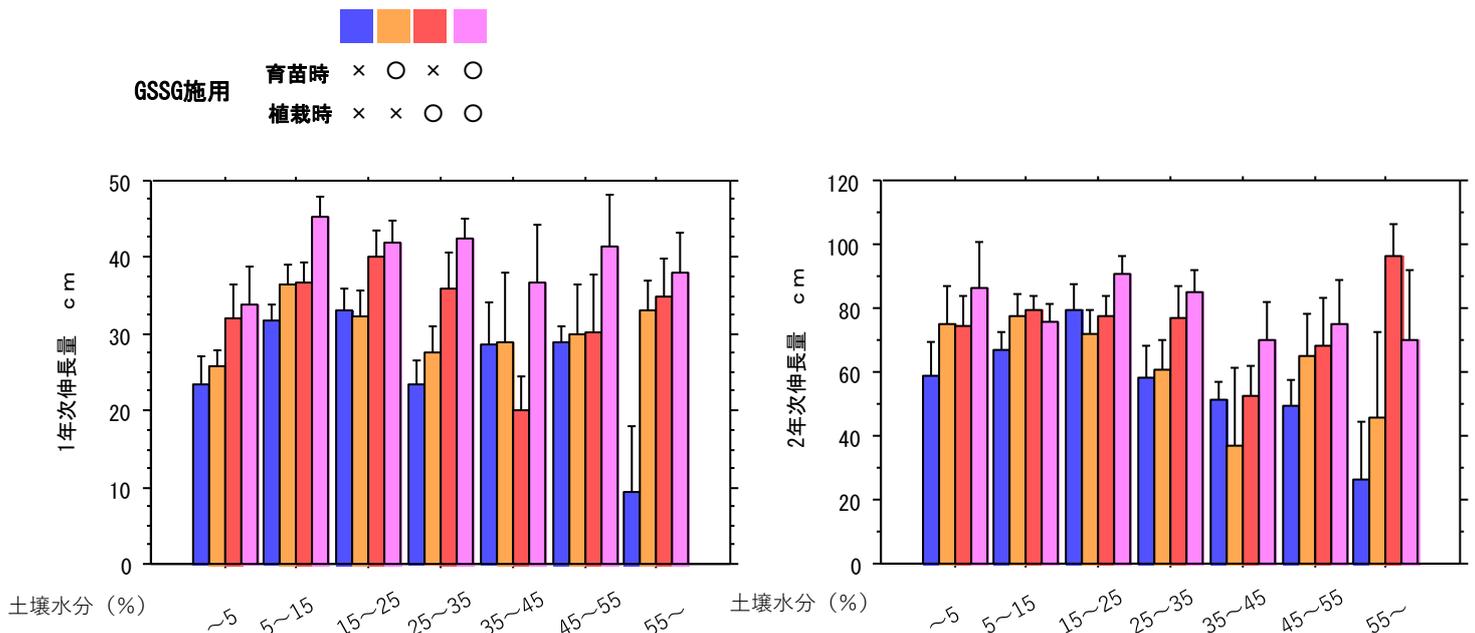


図1 土壌水分(%)と植栽1年次(左)、2年次(右)の伸長量の関係

※ 詳細については論文にて発表予定



スギコンテナ苗の植栽時のグルタチオン施用の効果

奥田史郎、上村章、原山尚徳、香山雅純、飛田博順

森林総合研究所

林地でのスギ苗木の植栽時のグルタチオン等施用による成長促進効果について検証しました。樹高、直径とも若干ながら成長に対する施用の効果はみられ、特に直径ではグルタチオン付加の促進効果がみられました。ただ、1成長期後では雑草木に対する大きな競合緩和効果や下刈りの省力を達成するには至りませんでした。

目的と方法

人工林の再造林の現場では造林作業の担い手不足が深刻化しており、下刈り等の初期保育の省力が不可欠です。植栽苗木の成長促進は下刈りの軽減に繋がり有効な解決手段になり得ます。植栽時にグルタチオン等を施用することで成長促進を通して初期保育の軽減に繋がるかを検証することを本課題の目的としました。植栽に供したコンテナ苗は前項(46ページ)で育成した1年生のコンテナ苗(300cc)です。植栽は茨城県高萩市内の国有林の伐採後しばらく時間を置いた伐採跡地に地拵えの後2,000本/haで5月上旬に実施しました。施用は植栽時の植え穴にグルタチオン粒剤は16g/本 (24mg N)、固形肥料「丸山1号」は3粒/本 (3g N)の投入とし、グルタチオン施用(G)ではグルタチオン粒剤と固形肥料を、丸山施用(M)では固形肥料のみを与え、無施用(N、なし)では同じコンテナ苗を施用なしで植栽しました。また、対照(C)として市販の4号コンテナ苗(150cc)を植栽しました。育苗時の処理と合わせてG+Gの様に育苗時、植栽時別に表記しています。

結果：処理別の苗木の成長

1成長期後の12月時点での樹高は、植栽時のG区とM区では差がなく、無施用のN区や対照のC区に比べて少し大きくなりました。初期サイズを考慮した1成長期の樹高成長量で比較しても同様に植栽時のG区とM区が他に比べて大きく、施用の効果はみられたがグルタチオン付加の効果は明瞭ではありませんでした(図1)。根元直径での1成長期後の直径成長は(図2)、樹高成長と同様に植栽時のG区とM区では無施用のN区に比べて大きく、またG区の方がM区に比べて大きくなりました。これらから、林地での植栽時の施用による一定の成長促進効果はみられ、グルタチオンの付加的効果もあると判断されました。ただ、本植栽地は伐採直後に地拵えして植栽したわけではないため1年目から多くの雑草木が競合しており、それぞれの処理別で雑草木との平均競合に差が出るほどの差とはならず、下刈り回数を減らすことが可能という判断には至っていません。今後も継続して2年目以降の成長も含めて本事例での下刈り低減の可能性について検討していきます。

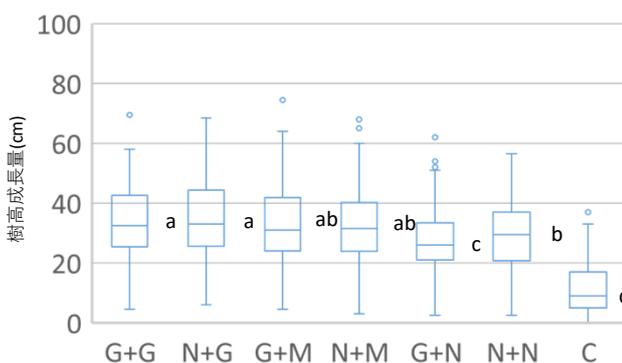


図1 処理別の1成長期後の樹高成長量(cm)

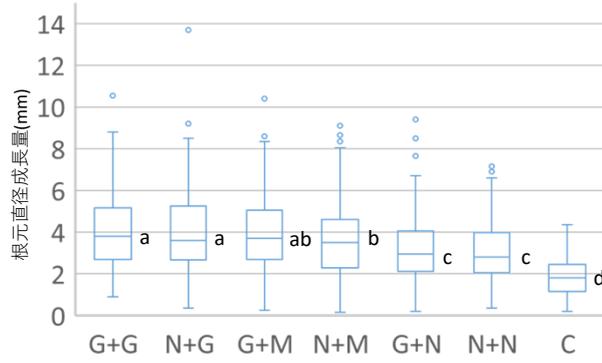


図2 処理別の1成長期後の根元直径成長量(mm)

育苗時施用+植栽時施用 G:GSSG、N:無施用、M:丸山1号、C:市販4号苗木

