

# 光珠内季報

・エゾシカをおいしく食べるための捕獲とは

明石信廣 …… 1  
ミヤママダラビ (雄株)

・カラマツ類幼齡人工林における植栽木の生残と成長  
— 下刈り期間短縮の可能性を探る —

サ 大野泰之・石濱宣夫・滝谷美香・竹内史郎・八坂通泰 …… 5

・カラマツの天然更新施業に向けた母樹林からの距離の影響

中川昌彦 …… 8

・土壌硬度によってコンテナ苗植栽器具の作業効率はどう変わるか

来田和人・今 博計 …… 12

地方独立行政法人  
北海道立総合研究機構

森林研究本部 林業試験場

NO. 192  
2019. 10

ハルニレ

ベニイタヤ

サルナシ (雄株)

イタヤカエデ

## エゾシカをおいしく食べるための捕獲とは

明石信廣

農林業被害対策としてのエゾシカ捕獲がすすめられているが、良質な食肉を得るためには捕獲での配慮が必要となり、捕獲効率が低下することがある。被害軽減とジビエ活用のどちらを優先するのか、それぞれの地域での方針を明確にする必要がある。

## カラマツ類幼齡人工林における植栽木の生残と成長 —下刈り期間短縮の可能性を探る—

大野泰之・石濱宣夫・滝谷美香・竹内史郎・八坂通泰

クリーンラーチ（カラマツ類の優良品種）の特徴である初期成長の速さは下刈り期間の短縮に繋がることが期待される。クリーンラーチ、グイマツ雑種 F<sub>1</sub>、カラマツと雑草木の成長比較より、クリーンラーチでは下刈り期間の短縮の可能性が示唆された。

## カラマツの天然更新施業に向けた母樹林からの距離の影響

中川昌彦

カラマツの天然更新施業においては、種子の凶作年でも母樹林の林縁で 1 m<sup>2</sup>当たり 10 個以上の種子が落下するようであれば母樹林の林縁から秋の主たる風向の風下方向に 6~46m の範囲で、種子の豊作年ならば母樹林の林縁から 6~100m の範囲で、表土除去を行うことが望ましいと考えられた。

## 土壌硬度によってコンテナ苗植栽器具の作業効率はどう変わるか

来田和人・今 博計

コンテナ苗の植栽に適した器具を明らかにするため、土壌硬度が違う 3カ所でプランティングチューブ、ディプル（円筒型）、スぺード、島田グワ、タケノコグワ、エンジンオーガによる植栽試験を実施した。その結果、幅広い土壌硬度で島田グワとエンジンオーガの作業効率が高いことが明らかとなった。

# エゾシカをおいしく食べるための捕獲とは

明石信廣

## はじめに

エゾシカなど鳥獣による農林業被害が全国的に大きな問題になり、その対策として捕獲がすすめられています。近年、捕獲した野生鳥獣を食肉として利用しようという機運が高まってきました。食材として利用される野生鳥獣は「ジビエ」と呼ばれ、農林業被害などの問題をもたらすために駆除される「害獣」が新たな地域資源になる可能性があります。しかし、どんなエゾシカも捕獲すれば食肉として利用できるわけではなく、エゾシカを上質な食肉として利用するのに適した捕獲方法が求められています。森林でも、狩猟者にエゾシカを捕獲してもらうための林道除雪や、森林管理者による捕獲事業などが行われるようになってきましたが、捕獲個体を食肉として利用するには、さまざまな条件を満たすことが求められます。林業試験場が関わってきたエゾシカ捕獲の経験から、エゾシカを食肉として利用するための条件についてまとめました。

## エゾシカの有効活用状況

平成 28 年度の全国のシカ捕獲頭数は 579,300 頭（環境省）、北海道の集計では、平成 29 年度に捕獲されたエゾシカは 128,104 頭となっています。農林水産省の平成 29 年度野生鳥獣資源利用実態調査によると、食肉処理施設において利用されたエゾシカは 32,084 頭で、捕獲数の 25% でした（図-1）。全国で利用された頭数は 64,406 頭でしたから、他地域に比べて北海道では有効活用がすすんでいる地域であると言えます。利用されたのは食肉が 500t、ペットフードが 243t でした。このほか、北海道の調査によると、捕獲数のおよそ 4 割は自家消費されています。

北海道では、平成 18 年に「エゾシカ有効活用のガイドライン」と「エゾシカ衛生処理マニュアル」が策定され、毎月第 4 火曜日を「シカの日」として PR するなど、シカ肉の利用を推進してきました。平成 27 年には「エゾシカ衛生処理マニュアル」が改訂されるとともに、「エゾシカ肉処理施設認証制度」が創設され、安全安心なエゾシカ肉の提供と販路拡大がすすめられてきました。

一方、エゾシカの個体数管理に関する施策もすすめられ、エゾシカの推定生息数は平成 23 年頃をピークに減少傾向にあります。これは、農林業被害を軽減するという面では望ましいのですが、ジビエとして利用するエゾシカを入手しにくくなるということでもあります。

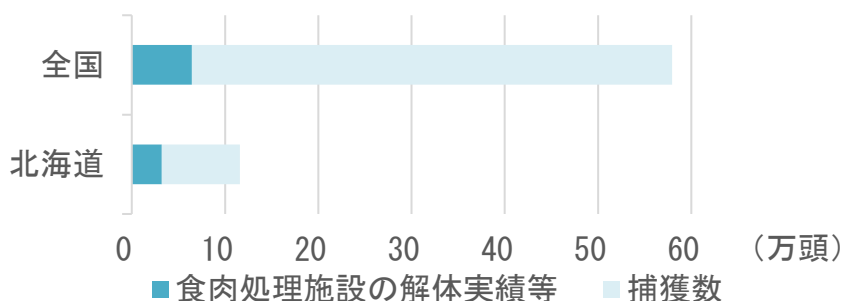


図-1 シカ捕獲数と食肉処理施設において利用された割合

資料：環境省の集計による捕獲数及び被害等の状況及び農林水産省の平成 29 年度野生鳥獣資源利用実態調査

### エゾシカの捕獲方法と時期

利用されたシカの捕獲方法として、北海道では銃器による捕獲が多くを占めていますが、北海道を除くとわな猟が主流です(図-2)。わな猟には、動物がわなを踏むことでワイヤーが締まるくくりわなや、ネットや板でできた囲いの中に動物を餌で誘引する囲いわななどがあります。

また、鳥獣の捕獲は、免許を受けた狩猟者が定められた時期に捕獲する「狩猟」と、有害鳥獣の駆除や学術研究を目的とした捕獲などの「許可捕獲」に分けられます。

エゾシカの狩猟期間は、「猟区」として独自の管理を行っている地域を除いて、10月から3月までの期間で地域ごとに定められています。このうち積雪期は、エゾシカにとって餌が乏しくなり、給餌による誘引がしやすくなります。しかし、積雪期は林道も多くが雪に閉ざされ、車両で捕獲に行くことが難しくなります。そこで、森林管理者が林道を除雪して狩猟者を誘導するなど、捕獲を推進する対策が取られてきました。

積雪のない時期には、通行できる林道は多いのですが、周囲に餌が豊富にある場合には、給餌による誘引が難しくなります。また、林業や山菜採りなど、さまざまな森林利用との調整を図って安全を確保する必要があります。

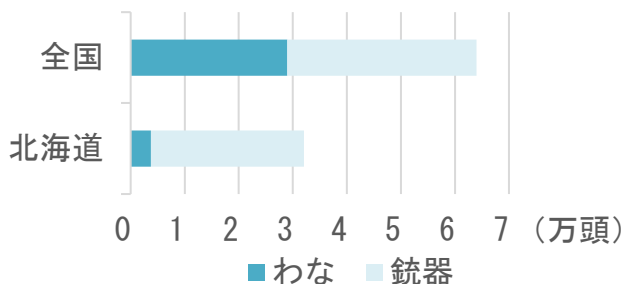


図-2 食肉処理施設において利用されたシカの捕獲方法  
資料：農林水産省の平成29年度野生鳥獣資源利用実態調査

### 銃器による捕獲～クリーンキルと速やかな処理

北海道では、ジビエとして利用されるエゾシカの多くは銃器によって捕獲されています。エゾシカ衛生処理マニュアルでは、食肉として利用するための狙撃部位を「胸部(横隔膜の前方、心臓、太い血管、肺などの部分)、可能であれば、頭(脳の部分)・頸椎(首の骨、脊髄の部分)」としています。急所を1発で撃つことはクリーンキルといわれ、動物を苦しめずに即死させることができます。また、このいずれかに当てる自信のない場合には「トリガーを引かない」、「腹部に着弾した個体は食用に供しない」としています。腹部に着弾して胃や腸を傷つけると、肉に臭いがつくほか、消化管内容物による微生物汚染の可能性があるためです。

単に捕獲してエゾシカの数を減らすことが目的なら、腹部を撃つこともできます。しかし、食肉として利用するには、エゾシカの限られた部位を狙う必要があるということです。そのため、捕獲効率は低下する場合があります。エゾシカ捕獲を事業として実施する場合には、食肉としての利用を優先するのかどうか、明確にしておく必要があります。

エゾシカ衛生処理マニュアルでは、捕獲後は極力短時間のうちに放血し、内臓は摘出せずに速やかに食肉処理施設に搬入することとされています。多くの施設では捕獲後2時間以内の搬入を求めています。捕獲したエゾシカを車両まで運んで積載し、林道から施設まで運搬することを考えると、2時間というのは短く、近隣に処理施設がなければ食用としての有効活用は困難です。そのため、道内の一部では、内臓摘出などの処理が可能な移動式解体処理車が利用されるようになっています。

海外では、野外での速やかな内臓摘出を薦めている国もありますが、そのためには、衛生管理の正確な知識と技術が必要になります(松浦ほか2015)。

このように、銃器によって捕獲したエゾシカの食用としての利用は、利用に適した捕獲場所、求められる技能を有する捕獲従事者、食肉処理施設が揃い、関係者が捕獲の目的を共有して初めて実現することができます。

### 囲いわなによる生体捕獲

北海道では、阿寒湖畔において平成16年度から大型囲いわなによるエゾシカ捕獲と地元事業者の一時養鹿による有効活用が始まりました(新井田・西田2007)。その後、各地でエゾシカ捕獲、一時養鹿を行う事業者が誕生し、囲いわなにもさまざまな工夫、改良が続けられてきました。

囲いわなによる捕獲の最大の利点は、エゾシカを生体で捕獲でき、施設において衛生的な処理が可能なこと。また、銃器による捕獲は日中に限られるのに対して、囲いわなは銃器を使う必要がないので、市街地周辺に出没するエゾシカや、夜間にしか出没しない警戒心の高いエゾシカを捕獲することも可能です。一方、囲いわなの設置や運用、一時養鹿にはコストがかかるほか、一度設置すると容易には移設できず、事前の設置場所選定が重要になります。

現在、一度に数十頭を捕獲できる大型のものから、1~2頭を対象とした小型のもの(写真-1)まで、さまざまなタイプが使用されていますが、北海道ではシートや板で側面を覆うものが主流になっています。わなの中から外が見えないことは、エゾシカの警戒心を高めるのですが、捕獲されたエゾシカは外が見えると壁に体当たりして逃走しようとするため、損傷によって食肉に適さなくなったり、死亡したりすることがあります。北海道外では、外が見えるような囲いわなが主流ですが、食肉としての利用がすすむ北海道では、側面を覆うことは、捕獲効率を落としても良質な食肉を確保するための重要な要素と考えられています。

エゾシカのいそうな場所に囲いわなを設置したら、給餌によってわなの中にエゾシカを誘引します。誘引餌として、エゾシカの嗜好性が高く、エゾシカ以外の動物を誘引しないような餌を用いるのが理想です。餌の配置や量も、エゾシカの行動をよく考えて設置します。

わなにエゾシカが入ると、何らかの方法で入口を閉めなければなりません。物理的なトリガーとして扉につながるワイヤーを設置すると、捕獲できるのは1頭だけです。かつてはビデオカメラの映像を少し離れた場所で監視し、そこまで延ばしたワイヤーで扉を落とすこともあったそうです。最近では、携帯電話回線で映像を確認し、無線でトリガーを作動させる装置が市販されています。しかし、この装置の使用は携帯電話の電波の圏内に限られます。そこで、エゾシカの侵入、退出をセンサーで検知して設定頭数に達したら自動的に作動する装置や、侵入したエゾシカの体重によってトリガーを作動させる装置が市販されていますが、モニターがない場合は作動状況を毎日確認に行く必要があります。多くの装置には電源が必要ですが、森林内ではソーラーパネルが使えない場合もあり、電源確保の手段を検討しなければなりません。



写真-1 北海道立総合研究機構環境科学センターが開発した体重計測式小型囲いわな

囲いわなの中に設置された体重計に設定された体重以上のエゾシカが乗ることでトリガーが作動し、入口が閉まる。設定によっては親子など複数の同時捕獲が可能。



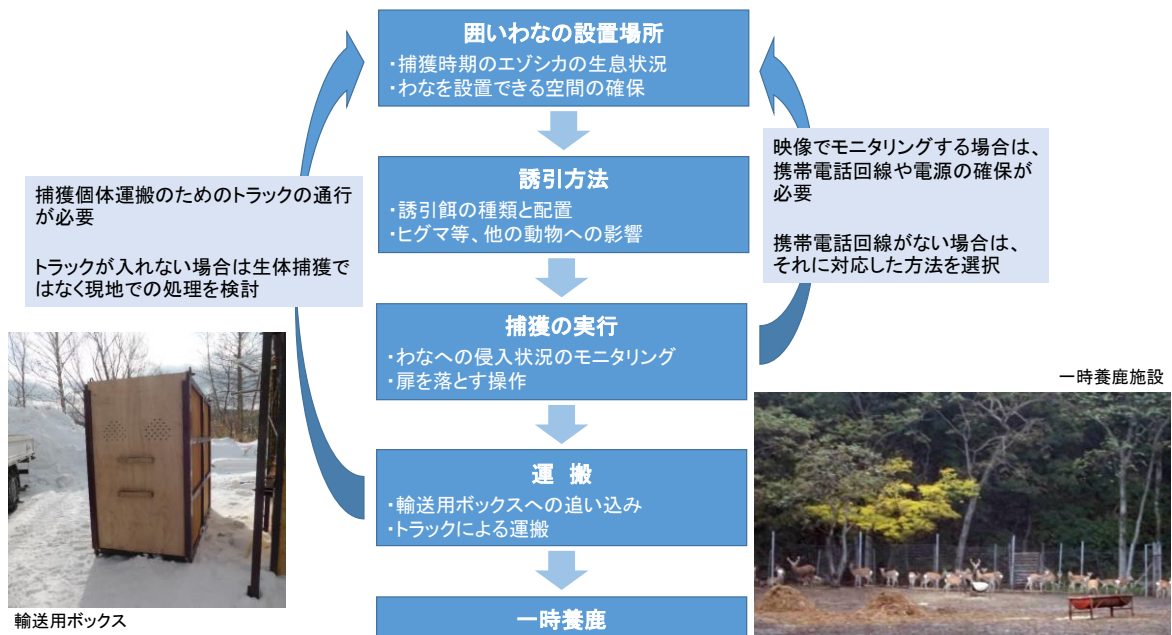


図-3 罠によるエゾシカの生体捕獲のために検討すべき項目の例

捕獲できたら、エゾシカを運搬ボックスに移動させ、トラックに積載して一時養鹿施設に搬入します。そのため、罠設置場所までトラックが走行できる場所でなければなりません。

このように、罠によるエゾシカの生体捕獲は有効活用には望ましいのですが、多くの条件を満たす設置場所が必要です（図-3）。森林内の条件を熟知した森林管理者の協力が求められます。

### 農林業被害とエゾシカの有効活用

エゾシカを「おいしく食べるための捕獲手法」と「効率的に多く捕獲するための手法」は異なります。おいしく食べるには、捕獲方法にも配慮が必要で、捕獲効率が低下する場合があります。そのため、それぞれの地域において、農林業被害軽減のためにエゾシカを減らしたいのか、ジビエ活用のためにエゾシカを確保したいのか、方針を明確にする必要があります。

農林業被害の面からみるとエゾシカは少ない方が良く、エゾシカの効率的な捕獲が可能な生息密度では、広葉樹の天然更新は難しいと考えられます。一方、エゾシカを食肉として普及させるには安定供給が求められますが、すでに数年前に比べてエゾシカの捕獲が難しくなっているという声が聞かれます。そのため、目標とするエゾシカの生息密度も立場によって異なります。「エゾシカ有効活用のガイドライン」では、「供給量が大幅に不足していくことが予想される場合には、ブタやウシなどと同様に家畜的な飼育、いわゆる『完全養鹿』についても、検討することとする。」と記されています。

農林業被害軽減を目的としていても、エゾシカを捕獲したら、できるだけ有効活用をすすめたいものです。健全な森林に生息する低密度のエゾシカを、狩猟によって捕獲し、捕獲できた時にだけ食べられる地域資源として提供するような活用も考えられます。エゾシカの個体数の削減を目指していた時代を過ぎ、北海道における今後のエゾシカ管理のあり方が試される時期がきています。

(道北支場)

### 引用文献

松浦友紀子・伊吾田宏正・岡本匡代・伊吾田順平 (2015) 野外で内臓摘出したエゾシカ枝肉の衛生状況. 哺乳類科学 55: 11-20.

新井田利光・西田力博 (2007) 罠を用いたエゾシカの捕獲. 北方林業 59: 97-100.

# カラマツ類幼齡人工林における植栽木の生残と成長

## — 下刈り期間短縮の可能性を探る —

大野泰之・石濱宣夫・滝谷美香・竹内史郎・八坂通泰

### はじめに

グイマツ雑種  $F_1$  (以下、 $F_1$  と記します) はグイマツ (雌親) とカラマツ (雄親) との種間雑種であり、カラマツがもつ造林樹種としての欠点を補うために開発されました。 $F_1$  はカラマツに比べて野ネズミに食べられにくく、生残率が高いことが報告されています。また、 $F_1$  の幹は通直で材の密度・強度が高いという特徴もあわせもっています。そして、 $F_1$  の中でもとくに初期成長にすぐれた家系が選抜されました。その一つが“クリーンラーチ (グイマツ中標津5号×カラマツ精英樹)”です。クリーンラーチ (以下、CL と記します) を含む  $F_1$  の植栽面積はカラマツに比べて非常に少ないため、統計上カラマツ類として扱われることが多いのですが、北海道の計画では2036年までにCLの植栽面積を1770ha/年まで増加させることとしています。この面積は計画されているカラマツ類の植栽面積 (5900ha) の30%に相当するため、CLの造林面積は、今後、確実に増加することが予想されます。そのため、近い将来、CLの特徴に対応した施業モデルが必要になるものと考えられます。

前述のように  $F_1$  の生残率はカラマツに比べて高く、形質も良いため、少ない本数で植栽しても確実な成林と形質の悪い立木を対象とした除・間伐回数の省略が期待できます。そこで、道内各地に設定されたCLを含む  $F_1$  の植栽密度試験地において、成長・生残の調査とともにコスト試算が行われ、間伐回数の低減など、低密度植栽に対応した施業体系が提案されています。

また、CLの初期成長の速さからは、下刈り期間の短縮に繋がるのが期待できます。通常、植栽後、数年間は下刈りが行われ、植栽木の成長が繁茂した雑草木によって妨げられないようにしますが、植栽後の樹高成長が旺盛であれば、周囲の雑草木の背丈を短期間に超えられるため、下刈りを早い段階に完了できる可能性が高くなります。このように、CLはカラマツよりも下刈り期間を短くできる可能性があります。具体的には、下刈り完了期間を検討するためには、品種間における樹高成長の違いとともに、周囲の雑草木の高さとの関係についても留意する必要があります。

そこで本報告では、カラマツ、 $F_1$ 、CLが植栽されたカラマツ類造成試験地において、植栽後4年間の植栽木の樹高成長と生残、および競合植生について調べた結果を紹介し、下刈り期間の短縮の可能性について検討しました。

### 植栽木の生存率と樹高成長

調査は北海道中央部の東神楽町に造成されたカラマツ類人工林で行いました。この人工林は2010年の春に造成され、密度の異なる試験区 (500本/ha, 1000本/ha, 2000本/ha) が設定されました。このうち1000本区では、カラマツ、 $F_1$ 、CLの3品種が植栽されているため、本報告では1000本区のデータを解析に用いました。なお、いずれの試験区でも、植栽当年を除き、4年次まで全刈りによる下刈りが行われています。

植栽から4年次の秋までの生残率を図1に示します。CLと  $F_1$  は90%以上の生残率を示した一方、カラマツでは植栽当年に生残率が64%まで低下しました。つまり、1000本/haで植栽されたカラマツが植栽当年の秋までに密度が640本/haまで低下したことになります。一般に、植栽後、数年の間に植栽木の生存率が80%を下回った場合、補植される場合が多いです。補植には新しい苗木を必要とし、それらを

運搬・植栽しなければなりません。さらに、下刈り期間も通常よりも長くなるため、補植にはプラスアルファの経費がかかることとなります。

ちなみに、植栽当年に死亡したカラマツはいずれも7月に食葉性昆虫であるマイマイガの幼虫によって激しく被害されており、この被害が主要な死亡の原因であるものと推察されます。生き残ったカラマツやF<sub>1</sub>、CLでは激しく被害された植栽木はありませんでした。カラマツは野ネズミだけでなく、食葉性昆虫からの被害も受けやすく、F<sub>1</sub>に比べて補植を必要とする機会が多くなるものと考えられます。

図2に平均樹高の推移を示します。F<sub>1</sub>とカラマツに比べて、CLでは林齢にともなう平均樹高の増加の程度が大きいです。3年次の秋におけるCLの樹高は240cmであるのに対し、同時期におけるF<sub>1</sub>とカラマツの樹高はそれぞれ175cm、160cmでした。この両者の平均樹高が200cmを超えたのは4年次でした。各年次とも、CLの樹高成長量はカラマツとF<sub>1</sub>に比べて15~25cm、大きく(図3)、この違いが平均樹高の違いに反映したことになります。これまでの報告と同様に、この造林地においてもCLの初期成長の速さが確認できました。このことは、後述する雑草木との“背比べ”において非常に有利な特徴となります。

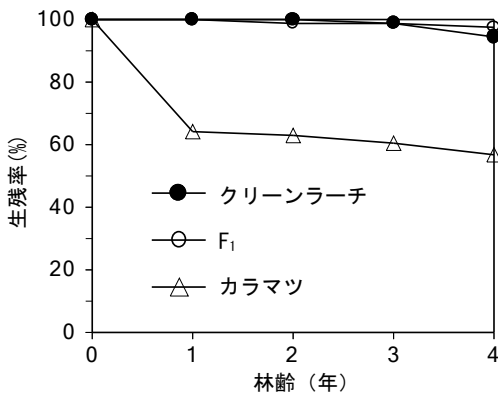


図1 植栽後の生残率の推移  
植栽時の林齢を0としている。

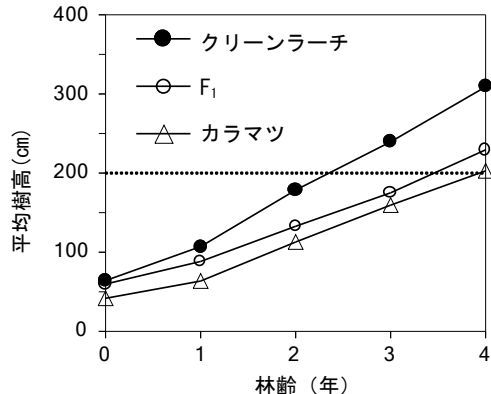


図2 植栽後の平均樹高の推移  
植栽時の林齢を0としている。

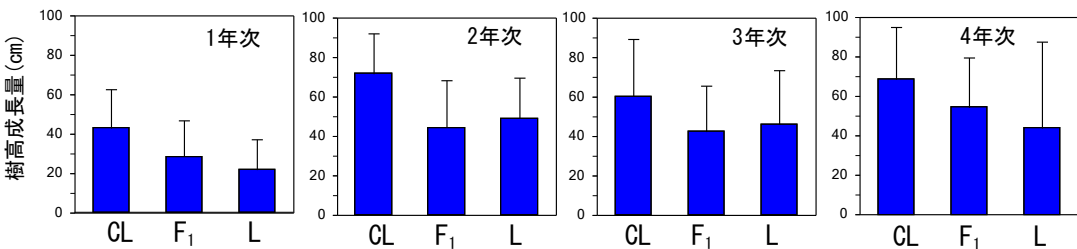


図3 年次別の樹高成長量  
縦棒は標準偏差を示す。

CL: クリーンラーチ F<sub>1</sub>: ギヤマツ雑種 F<sub>1</sub>, L: カラマツ

雑草木の種類と植栽木との背比べ —下刈り期間短縮の可能性—

下刈りは雑草木からの被覆によって植栽木の成長が妨げられないようにするための作業で、通常、植栽から数年間、行われます。そのため、下刈り期間を検討するためには植栽木の樹高成長だけでなく雑草木の高さ(植生高)の情報も必要です。そこで、各試験区の植生高を4年次の7月(最後の下刈りが行われる直前)に調査しました。植栽木(調査木)を中心に、半径1m以内に生育している主要な雑草木の種類を記録し、その植生高を測定しました。すべての試験区のデータをまとめ、雑草木の種類ごとの



相対出現頻度(%)と平均植生高を算出しました(図4)。

チシマアザミとヨツバヒヨドリの出現頻度が27%と最も高く、エゾヤマハギの18%, エゾヨモギの13%がこれに続いていました。これらの合計は86%に達しており、この4種が主要な雑草木となっており、チシマアザミを除く雑草木の植生高は150cm以下でした。チシマアザミの植生高は198cmと雑草木の中で突出して高かったです。

そこで、相対出現頻度、植生高とも最も高かったチシマアザミの高さ(≒200cm)を基準として、CLを植栽した場合に下刈り期間の短縮が可能であるかを検討しました。植栽木の樹高が植生高よりも高くなれば梢端部が被覆される可能性は低くなります。そこで、植栽木の樹高が200cm以上に達している植栽木は“勝ち(下刈り必要なし)”とし、その勝率(樹高が200cm以上に達する確率、以下、PB200と記す)を3年次と4年次の10月の樹高データを用いて計算し、年次・品種間で比較しました(図5)。

3品種に共通して植栽時の樹高が高いほどPB200が高くなりますが、植栽時の樹高が同じ場合、PB200は年次・品種間で大きく異なっていました。例えば、植栽時の樹高が60cmの場合、4年次のカラマツ、F<sub>1</sub>、CLのPB200はそれぞれ73%, 73%, 98%でした(図5右)。この結果は1000本/haの密度で植栽された場合、カラマツとF<sub>1</sub>、CLでは4年生の秋までにそれぞれ730本、

730本、980本が樹高200cm以上に達したことを示しています。一方、3年次におけるPB200はカラマツで28%, F<sub>1</sub>で26%, CLで80%であり(図5左)、3年次におけるCLのPB200は4年次のカラマツ、F<sub>1</sub>におけるPB200よりも高い水準に達していました。この地域のカラマツ人工林では、通常、4年次まで下刈りが行われていますが、CLを植栽した場合、4年次の下刈りを省略しても雑草木から被覆される可能性は低く、カラマツよりも下刈り期間を1年、省略できるものと判断できます。

## おわりに

今回の結果から、CLを植栽することによって下刈り完了までの期間を短縮できる可能性が示されました。ただし、競争植生の種類によって植生高は大きく異なります。そのため、広域多地点でCLとカラマツとの成長比較を行うとともに主要な雑草木タイプの抽出と植生高の把握を行い、両者の関係から下刈り期間の短縮が可能な条件を絞り込んでいく予定です。

(経営グループ・保護グループ・道北支場・林産試験場)

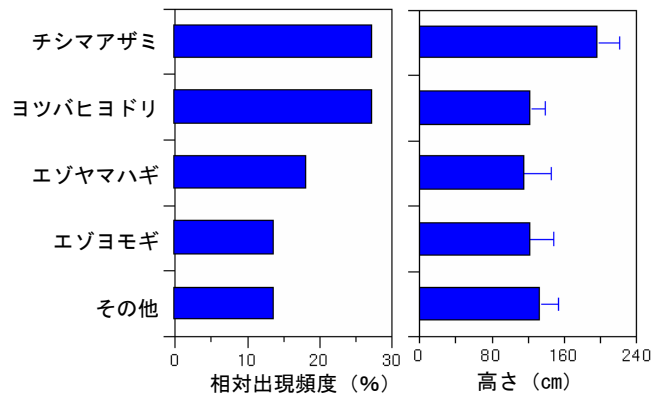


図4 主要な雑草木の相対出現頻度と高さ  
横棒は標準偏差を示す。

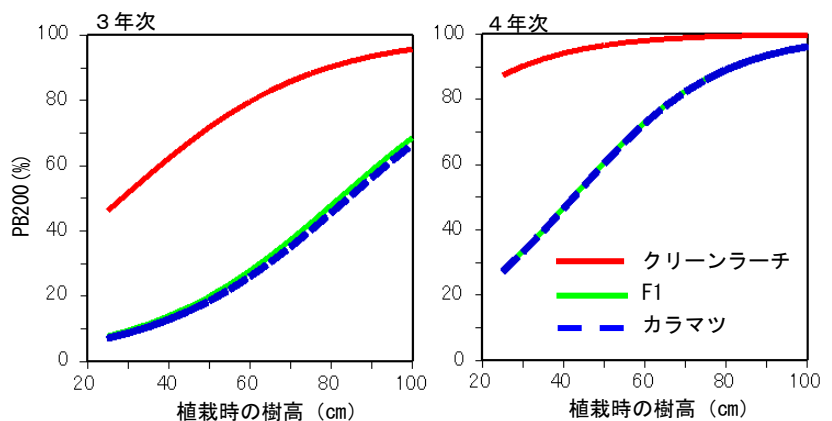


図5 植栽時の樹高と3年次、および4年次の樹高が200cm以上に達する確率(PB200)との関係

# カラマツの天然更新施業に向けた母樹林からの距離の影響

中川昌彦

## はじめに

戦後に植えられたカラマツ人工林は既に収穫適期を迎えたところが多数あり、皆伐が行われる林分もみられます。しかし、伐採後に再造林を行っても採算に不安があると考え森林所有者もいることから、再造林未済地が発生する問題が生じています。このような中で、次世代のカラマツ林を天然更新によって仕立てることができれば造林コストを大幅に削減できるとして、カラマツの天然更新施業に期待を寄せる林業関係者もいます。

カラマツの天然更新は、周囲にカラマツの種子供給源となる母樹林があることを前提として、表土を20～30cmの厚さで除去すること（強度の掻き起こし、強度の地はぎ）で可能になります。実際に、これまで表土除去を実施することでカラマツの天然更新が成功した例が数多く報告されています。ところで、カラマツの種子供給源からどのぐらいの距離ならば天然更新施業が可能なのでしょうか。母樹林からの距離と言っても、近すぎると林縁にある母樹の樹冠下に入ってしまうと天然更新した稚樹が育ちませんし、遠すぎれば種子が飛んで来ません。そこで、①母樹林の林縁から張り出した枝の幅（樹冠下で日陰になる場所）、および②母樹林からの距離と種子の散布密度や稚幼樹密度の関係を調べました。

## 母樹林林縁からの枝の張りだし幅



写真-1 新得町西2線沿い耕地防風林



写真-2 天然カラマツ産地別見本林

周囲に枝の張りだしの支障がないところに植栽されたカラマツがどのぐらい枝を張り出しているか

について、新得町西2線沿いの耕地防風林（以下「耕地防風林」，写真-1），新得町西2線の林業試験場道東支場構内の天然カラマツ産地別見本林（以下「カラマツ見本林」，写真-2）の2カ所で調査を行いました。周囲に枝の張りだしの支障がないところで調査を行ったのは、カラマツの天然更新施業施工地を造成するに当たり、壮齢林を帯状伐採や小面積皆伐する場合だけでなく、種子をつけるようになったばかりの若齢林（今後、枝が伸びる可能性が大きい）を間伐する場合もあるため、最大の張り出し幅を調査する必要があると考えたからです。耕地防風林では、21本のカラマツが連続して植栽されておりその延長は47mです。これら21本の平均胸高直径は29.5cm，平均樹高は15.5m，平均枝下高は6.5mです。カラマツ見本林は35年生で、道際には9本の木があって、道路に面してカラマツが植栽されている長さは42mです。これら9本の平均胸高直径は36.4cm，平均樹高は21.7m，平均枝下高は4.2mです。

カラマツの植栽列と平行に1mおきに樹幹からの枝の張りだし幅を測った結果を図-1と図-2に示します。張り出し幅の最大はどちらも6.5m程度で、平均は耕地防風林では4.6m，カラマツ見本林では5.2mでした。これまでこのような調査はされてこなかったため、当面はこの2例を参考にするとし、天然更新施業において留意すべき枝の張りだし幅を6m程度と想定しました。また、この範囲での表土除去作業を避けることで、林縁木の根の損傷を少なくすることができると考えられます。

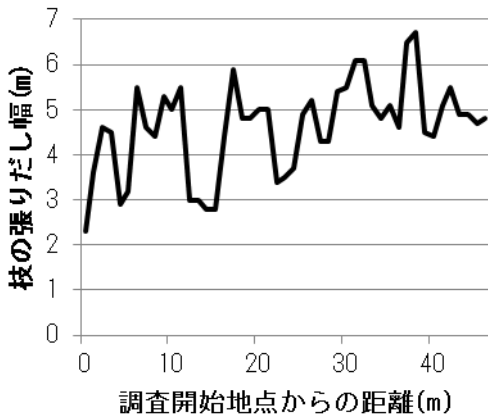


図-1 耕地防風林における枝の張りだし幅

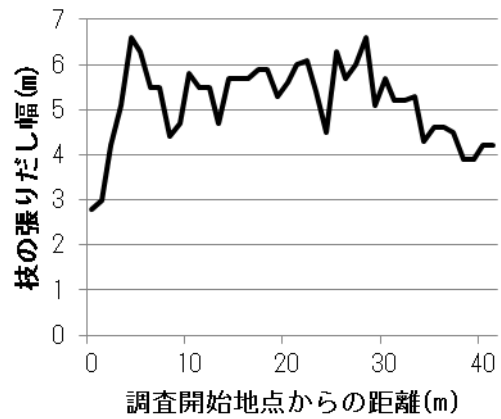


図-2 カラマツ見本林における枝の張りだし幅

母樹林からの距離と種子の散布密度や稚幼樹密度の関係

カラマツの天然更新施業では、カラマツの種子が供給されることが前提となっていますが、種子の散布量は母樹林に近いところで最も多く、母樹林から離れるにしたがって少なくなることが想定されます。

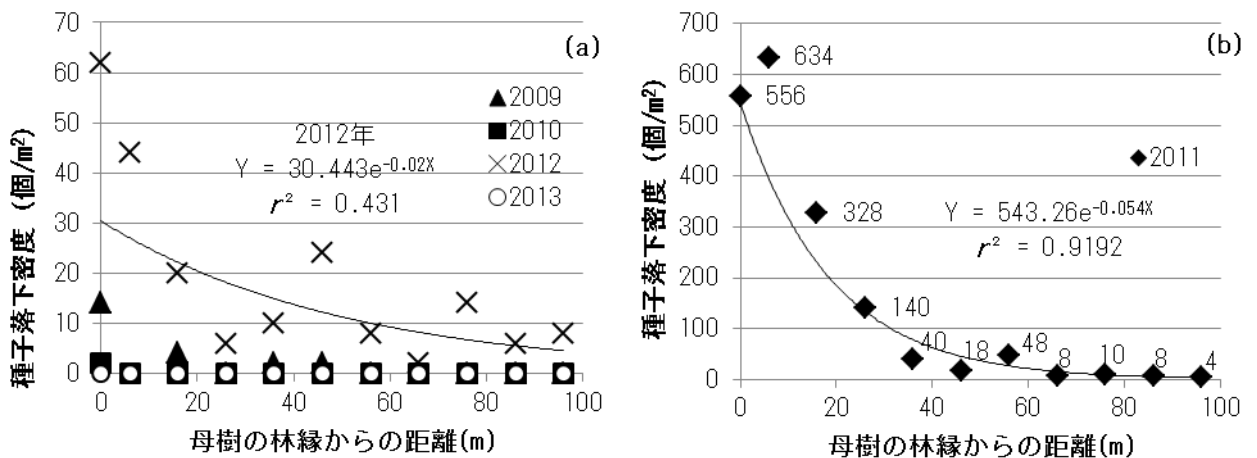


図-3 母樹の林縁からの距離と種子の落下密度の関係。(a)2009～2010・2012～2013年，(b)2011年



そこでカラマツの天然更新施業が 2009 年夏に行われた東神楽町の林地において、実際にどのくらい遠くまで種子が散布されているかを、シードトラップを使って調べてみました（北海道林業試験場研究報告 53 号）。なお、カラマツの母樹林は天然更新施業施工地の風上側にあります。その結果、並作年の 2012 年（図-3a）や豊作年の 2011 年（図-3b）には、林縁から 96m 離れてもカラマツの種子散布が確認されました。また凶作年でも母樹林の林縁では 1m<sup>2</sup> 当たり 10 個以上の種子が落下していた 2009 年には、林縁から 46m の範囲で種子散布が確認されました。種子の大凶作年である 2010 年には林縁でのみ種子の散布が確認され、2013 年には種子の散布は確認されませんでした。

同じカラマツの天然更新地で、稚樹の発生（写真-3）とその後の成長も調査しました（北海道林業試験場研究報告 53 号）。凶作年でも母樹林の林縁では 1m<sup>2</sup> 当たり 10 個以上の種子が落下していた 2009 年の翌年の 2010 年には、母樹林の林縁から 46m までの範囲では 1ha あたり 4,000 本以上の稚樹が新規に発生していましたが、それ以遠では 2,000 本未満でした（図-4a）。一方、カラマツ種子の豊作年だった 2011 年の翌年である 2012 年には母樹林の林縁から 100m 離れても 1ha 当たり 9,000 本もの稚樹が新規に発生していましたが、大凶作年（2010 年）であった翌年の 2011 年において新規に発生したカラマツの稚樹は、ほとんどありませんでした。

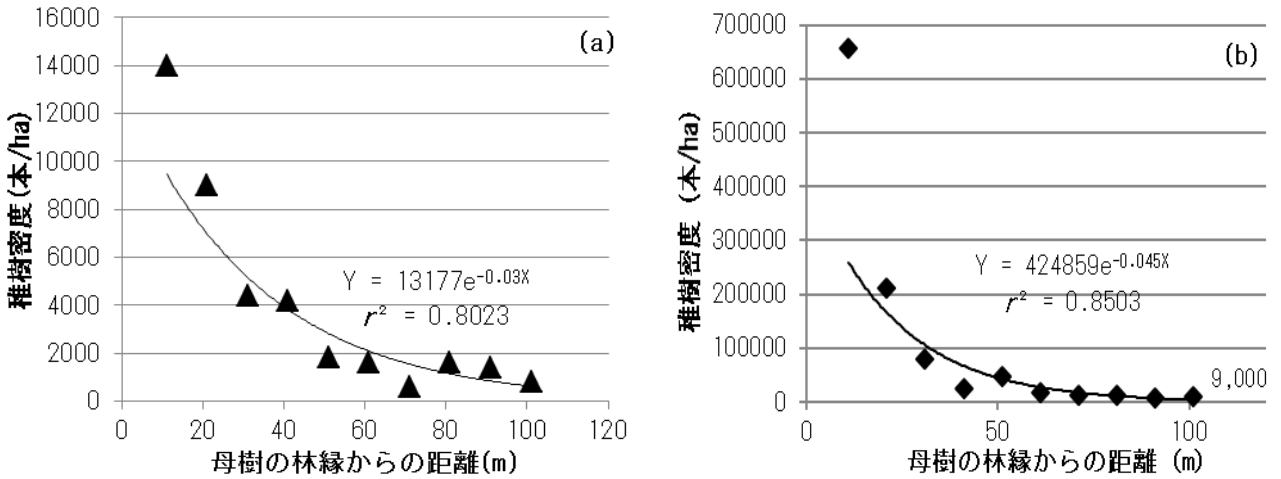


図-4 母樹の林縁からの距離と発生した稚樹の密度の関係。(a) 2010 年に発生, (b) 2012 年に発生



写真-3 天然更新したカラマツの稚樹

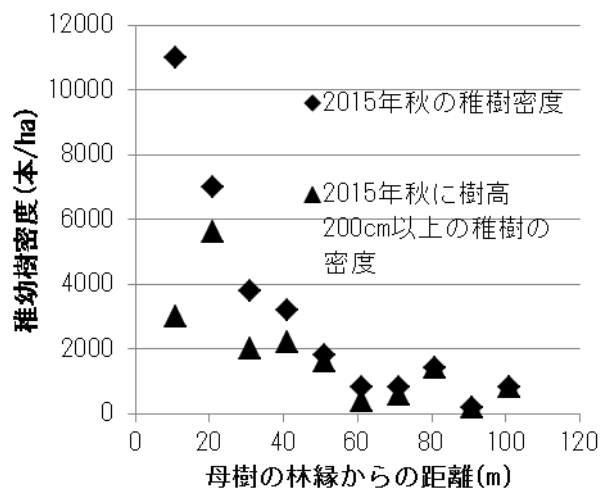


図-5 母樹林からの距離と 2010 年に新規に発生したカラマツ天然更新木の密度 (2015 年) の関係

2010年に新規に発生した稚樹はその後順調に成長し、表土除去から6年後の2015年秋には、大型草本の植生高を脱して樹高200cm以上となった天然更新木がたくさんありました。母樹林の林縁から46mの範囲では、樹高200cm以上の天然更新木が1ha当たり2,000本以上ありました(図-5)。したがって凶作年でも母樹林の林縁で1m<sup>2</sup>当たり10個程度は種子が落下するようであれば、母樹林から風下側に46m程度の範囲で十分な更新木が確保できると考えられます。

2012年に新規に発生した稚樹は、それ以前に発生していた稚樹に被圧されたため、2015年までに樹高200cm以上になったものはありませんでした。2012年以前に天然更新したカラマツ稚幼樹の被圧を受けなかった場合について考察するために、2010年に新規に発生した稚樹についてみると、林縁から36~46mの区画(グラフでは41mの地点)の稚樹密度は当初4,000本でしたが(図-4a)、そのうち半数の2,000本が5年後までに樹高200cm以上となっています(図-5)。豊作年の翌年の2012年の場合、林縁から100m離れても1haあたり9,000本もの稚樹が新規に発生しているので(図-4b)、カラマツの天然更新施業が成功する上で十分な稚樹量が確保されていると考えられます。今回の事例からは、豊作年ならば母樹林の林縁から秋の主たる風向の風下100mの範囲ではカラマツの天然更新施業が充分可能と思われる。

カラマツの天然更新施業と母樹林からの距離を調べることでできる調査地が非常に少ないため、今回は1つの調査事例から、カラマツの天然更新施業を行う場合、凶作年でも母樹林の林縁では1m<sup>2</sup>当たり10個以上の種子が落下するようであれば母樹林の林縁木の樹幹から6~46mの範囲内で、豊作年には6~100mの範囲内で、表土除去を行うことが適切と考えました。今後は調査事例を増やし、カラマツの天然更新施業に向けた母樹林からの距離について、さらに検討していきたいと考えています。

### 謝辞

本研究では、住友林業フォレストサービスの皆様にたいへんお世話になりました。厚く御礼申し上げます。

(保護グループ)

### 参考文献

中川昌彦・蓮井聡・津田高明・石濱宣夫・滝谷美香・八坂通康(2016)カラマツの天然更新施業が可能な伐開幅の推定. 北海道林業試験場研究報告 53:1-6.



# 土壌硬度によってコンテナ苗植栽器具の作業効率はどう変わるか

来田和人・今 博計

## はじめに

コンテナ苗は、下部が少し細くなった円筒形のプラスチック容器で作られます。土が付いた状態で容器から抜いて植栽するため、裸苗に比べて植栽後の乾燥ストレスに強く、生存率が高い特徴があります（津山ほか 2018）。裸苗に比べて植栽可能時期が長くなるため、①伐採－植栽の一貫作業による低コスト化の実現、②植栽時期の分散による労働者確保、に貢献できると期待されています。

裸苗は根がむき出しの不定形をしており、島田グワ（図－1a）と呼ばれる道具で直径 30cm 程度の穴を掘り植栽します。一方、コンテナ苗では径 4~6cm、長さ 12~15cm の円筒型をした「根鉢」を植栽することになります。コンテナ苗先進地のヨーロッパでは、コンパクトで定形という根鉢の特徴に合わせて、プランティングチューブ、ディプル（円筒型）、スペードといったコンテナ苗専用の器具が使われています（図－1a）。北海道でもこれらの道具がコンテナ苗植栽で試されましたが、島田グワより作業効率が高くなるという結果もある一方で、土壌条件によっては、作業効率が落ちるという結果もあります（北海道森林管理局 2014）。北海道には未熟火山噴出物が堆積する軟らかい土壌から重粘土からなる固い土壌まで幅広い硬度の土壌が分布しています。しかし、これまでの試験では土壌硬度が測定されていないことが多く、植栽器具ごとに土壌硬度と植栽作業効率の関係を定量的に評価できていませんでした。また、作業者の熟練度や年齢によっても作業効率が異なるため、複数の試験結果を単純に比較することはできません。

そこで、同じ作業者が 6 種類の植栽器具を使って（図－1）、土壌硬度の違う 3 か所で植栽作業効率を測定し、植栽器具それぞれの適性を評価したので報告します。



図－1 試験で使用した植栽器具

a) 左からタケノコグワ、島田グワ、スペード、ディプル（円筒型）、プランティングチューブ

b) エンジンオーガ

- ・スペード：コンテナ苗根鉢の側面形状に合わせて縦長 5 角錐の板状の形をしている
- ・ディプル（円筒型）：円筒形に土を掘り取る器具
- ・プランティングチューブ：先がくちばし状に開く

## 試験の方法

一つの造林地の中でも、場所によって傾斜，下層植生，礫の大きさ・量が異なり，地拵えにもむらがあります。それぞれの試験地内の土壤条件のばらつきを少なくするため調査区域を狭い範囲に限定し，植栽器具を替えて繰り返し植栽試験を行いました。苗木は使い捨てになるため，模型苗木を作製し試験に使用しました（図-2）。コンテナ容器JFA300（全国山林種苗協同組合連合会製）用のリブ付きのインナーポット 300R（谷口産業株式会社製）に鹿沼土を容積の約8割を入れ，上面と下面をポリウレタンフォームで蓋をしました。また割りばしを1本挿して苗木の替わりとしました。

植栽器具にはタケノコグワ（横8cm，縦33cm），島田グワ（横21cm，縦17cm），スぺード（横8cm，縦21cm），ディプル（円筒型）（LIECO社製），プランティングチューブ（BCC社製），エンジンオーガ（コマツゼノア社製，AGZ2600EZ，ドリル径6cm）を使用しました（図-1）。スぺードは，剣先スコップを加工して製作しました。タケノコグワ，エンジンオーガは，コンテナ苗の根鉢の形にあった植穴を空けることができると期待され，複数の作業現場で試用されていることから試験対象としました。

試験は，空知総合振興局森林室管内（以下「芦別」），胆振総合振興局森林室管内（以下「安平」）の比較的平坦な植栽予定地（皆伐後で地拵え済み）と，北海道立総合研究機構林業試験場苗畑（以下「美唄」）の3か所で，それぞれ2016年9月30日，10月7日，10月3日に実施しました。作業者が変わることによる影響をなくすため，すべての植栽作業は，著者の一人，来田が行いました。植栽間隔は2mで，それぞれの植栽器具に距離の目安となる印をつけて距離を計測しました。植栽本数は，1カ所，1器具あたり10本（美唄のディプル（円柱型）のみ11本）とし，植栽に要した時間を計測しました。土壤条件を均一にするため，すべての器具で同じ植栽列に，他の器具の植穴の近くに植栽しました。



図-2 試験で使用した模型苗木

## 試験地の土壤硬度

芦別の土壤は，暗色系褐色森林土で厚さ2~4.5cmのO層の下に15cm以上のA層が形成されています。安平は火山放出物由来の未熟土で，厚さ5cm前後のA層の下に15cm以上のC層が形成されています。未熟土のためB層が欠落し，O層は地拵えの攪乱で確認できませんでした。美唄の苗畑はやや粘土質に富む土質で，トラクタによる耕耘後に試験を実施しました。

それぞれの試験地において深さ15cm以上の断面を作り，山中式土壤硬度計を用いて上から5cm，10cm，15cmの位置で横向きに土壤硬度を測定しました。深くなるほど土壤が硬くなることは共通して

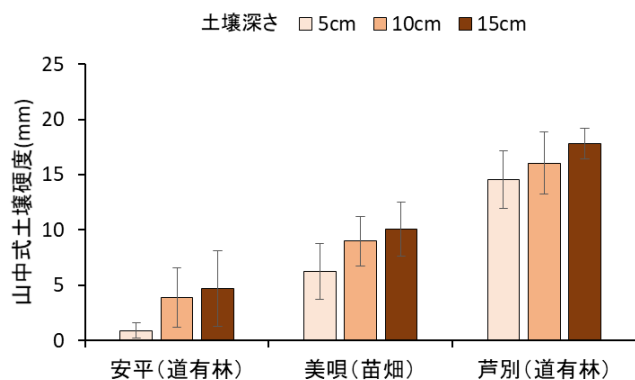


図-3 各試験地の土壤深さ別土壤硬度

いましたが，その値は試験地で異なり，平均値±標準偏差は，土壤の上から順に，安平が  $0.9 \pm 0.7$ mm,  $3.9 \pm 2.7$ mm,  $4.7 \pm 3.4$ mm で小さく，芦別が  $14.6 \pm 2.6$ mm,  $16.1 \pm 2.8$ mm,  $17.8 \pm 1.4$ mm で大きく，美唄が  $6.3 \pm 2.5$ mm,  $9.0 \pm 2.2$ mm,  $10.1 \pm 2.4$ mm で中間の値でした（図-3）。土壤の深さによる違いや同じ深さの掘削地点間のばらつき（標準偏差）を考慮すると安平は土粒の結合がゆるく土塊が容易に崩れる「しょう」，美唄は「しょう」から土粒は比較的密に結合しているが，指痕が残る「軟」，芦別は，土粒の結合が強い，「やや堅」から「堅」に当たります（表-1，2）。

表一 山中式土壌硬度計の値と土壌堅密度区分(真下 1973)

山中式硬度計mm	土壌堅密度区分
0~8	しょう
9~13	軟
14~17	やや堅
18~21	堅
22~25	すこぶる堅
26~30	固結

表二 土壌堅密度の区分(真下 1973)

区分	断面を指で押した時の状態
すこぶるしょう	土粒が単独で分離、ほとんど結合力のないもの。
しょう	土粒の結合がゆるく土塊が容易に崩れ、指頭が容易に断面貫入するもの。
軟	土粒は比較的密に結合しているが、押すと指痕が残るもの。
堅	土粒が密に結合し、強く押すと指痕が残るもの。
すこぶる堅	土粒が密に結合し、強く押しても指痕ができないもの。
固結	かろうじてコテが入るもの。

結果～土壌硬度、植栽器具別の植栽効率～

図-4に器具ごとに試験地別の苗木1本当たりの植栽時間を示しました。プランティングチューブは、土壌硬度の低い安平で作業効率が高く、植栽時間は、22秒/本でしたが、土壌硬度が高くなるにつれて作業効率が低下しました。平均土壌硬度 16.2mm、堅密度区分が「やや堅」から「堅」の芦別では、プランティングチューブのくちばし状の先を土壌に挿すこと、そして挿してから開くことが難しい場合が増え、植栽に要した時間が 47.9 秒/本に増加しました。ディプル（円筒型）では、軟らかい土壌でも作業効率が良くなり、堅い土壌では作業効率が最も悪くなりました。この器具は、円筒型の先で、その形に土壌を切り取るように穴を開けます。そして切り取った土塊がついたまま、次の植穴に差し込むことで前の植穴の土塊がところてんのように押し出され、次の植穴の土塊と入れ替わります。土壌が軟らかすぎると、土塊が崩れて器具を抜いても土塊がくっついてこないことがあります。逆に土粒の固結が強固だと、土壌への挿入に時間がかかることに加えて、切り取った土塊が次の植栽穴で押し出されず、ドライバーなどの金属棒、小型スコップなどで切り崩す必要が生じます。この結果からディプル（円筒型）は、山中式土壌硬度計で 5~10mm の「しょう」から「軟」の土壌に適していると言えます。スペード、タケノコグワ、島田グワでは、土壌硬度が高くなるにつれて作業効率が低下する傾向がありましたが、プランティングチューブほど堅い土壌で作業効率が悪くなることはありませんでした。これら 3 器具で比べると、島田グワがいずれの土壌硬度でも植栽時間が他の植栽器具と同じか短い傾向にありました（図-4、植栽時間：安平 17.6 秒/本、美唄 26.8 秒/本、芦別 29.6 秒/本）。

土壌硬度が違っても作業効率が同程度であった器具はエンジンオーガで、美唄、芦別では最も高い作業効率を示し、土壌が軟らかい安平でも最も植栽時間が短かった島田グワと大差がありませんでした（図-4、植栽時間：安平 21 秒/本、美唄 22.6 秒/本、芦別 23.7 秒/本）。つまり、エンジンオーガは広い土壌硬度条件に適用可能と考えられました。

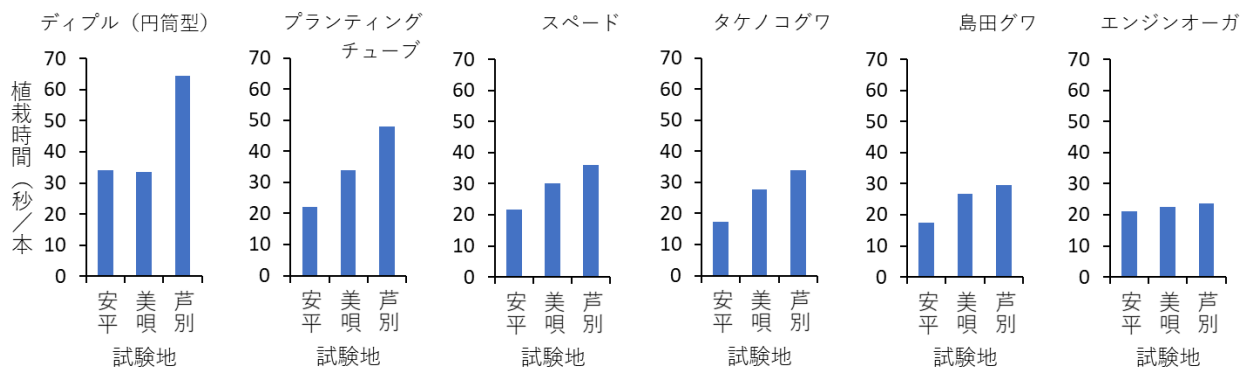


図-4 植栽器具ごとの植栽地別の植栽時間

## まとめ

ヨーロッパで用いられているプランティングチューブは土壌硬度による作業効率の差が大きく、軟らかい土壌でのみその性能が発揮されました(図-4, 表-3)。北海道において、この器具に適した場所は、駒ヶ岳周辺、有珠山・樽前山周辺、雌阿寒・雄阿寒・摩周岳の比較的新しい噴出年代の火山放出物未熟土が堆積する地域に限られ(佐々木 1974)、それ以外の地域にはお勧めできません。ディプル(円筒型)はいずれの土壌硬度でも島田グワより作業効率が悪く、北海道に適した植栽器具と言えません。

表-3 土壌堅密度別の植栽器具の適正判定結果

植栽器具	土壌堅密度区分(上段) 山中式硬度計mm(下段)				備 考
	しょう	軟	やや堅	堅	
	0~8	9~13	14~17	18~21	
ディプル(円筒型)	可	可	不適	不適	腰を屈めずに作業できる
プランティングチューブ	適	可	不適	不適	腰を屈めずに作業できる
スベード	適	可	可	可	堅い土壌では、器具が曲がらないよう強度を高くする
タケノコグワ	適	可	可	可	堅い土壌にも対応できるが、労働強度が高い
島田グワ	適	可	可	可	堅い土壌にも対応できるが、労働強度が高い
エンジンオーガ	適	適	適	適	振動機械なので長時間の使用を避ける

適：高い植栽作業効率が期待できる、可：それほど効率を落とさず植栽作業ができる、不適：大きく植栽作業効率が落ち、使用を推奨できない

コンテナ苗の植栽器具として最も優れていると考えられたのはエンジンオーガでした(図-4, 表-3)。エンジンオーガによる苗木の植栽は一部の業者において島田グワで裸苗を植栽する前に植穴をほぐすために使われている程度で一般的ではありません。しかし、オーガで空けた穴の形状がコンテナ苗の根鉢形状に似ており、必要最小限のサイズの穴をあけられることに加えて、あけた穴に苗木を差し入れるだけで植栽作業が終了することも作業効率が高くなる要因です。島田グワは、力をいれて振り下ろすため心拍数が高くなりますが、エンジンオーガは、エンジンの動力で穴をあけるため心拍数が高ならず、労働強度が低くなる利点もあります(北海立総合研究機構林業試験場・林産試験場 2019)。反面、振動機械であるためチェーンソー同様に長時間の連続使用はお勧めできません。また、土質によっては、土が崩れ植穴が埋まることがあるので、最適な回転数、挿入速度を検証する必要があります。

島田グワは、堅い土壌でエンジンオーガよりもやや作業性が落ちるものの、プランティングチューブやディプルほど、作業効率は落ちません。また軟らかい土壌ではエンジンオーガと差がなく、道内の広い地域で植栽に適した器具と言えます(図-4, 表-3)。また、傾斜地では島田グワの作業効率がエンジンオーガより良くなるという報告もあります(地方独立行政法人北海道立総合研究機構林業試験場・林産試験場 2019)。既に裸苗の植栽で道内に広く普及していることも利点です。タケノコグワやスベードは、島田グワと作業効率が変わらず、植栽作業で普及していない器具をわざわざ導入するメリットを見いだせませんでした。

以上の結果から、エンジンオーガと島田グワが北海道においてコンテナ苗の植栽に適した器具と考えられました。エンジンオーガは、小型運搬機等への装着が可能で、今後、植栽作業の機械化、軽労化に向けた研究の発展が期待されます。

## 謝辞

試験に使用したスベードは、林産試験場の橋本裕之研究主査に製作頂きました。お礼申し上げます。

## 引用文献

地方独立行政法人北海道立総合研究機構林業試験場・林産試験場(2019) カラマツ播種コンテナ苗の育苗方法とコンテナ運搬・植栽システム. 38p. <http://www.hro.or.jp/list/forest/research/fri/kanko/fuky/pdf/kkontena.pdf> (2019年8月23日アクセス)

北海道森林管理局 (2014) 植付功程調査結果 (2011-2014 結果平均). <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/srs/contena/Uetsukekoutei23-26.pdf> (2019年8月19日アクセス)

真下育久 (1973) 硬度計による森林土壌の堅密度の区分および粗孔隙量の予測. 森林立地 15(1): 22-24

津山幾太郎・原山尚徳・来田和人 (2018) 北海道におけるコンテナ苗の有効性を検証する～植栽後の生存率と成長から～. 北方森林研究 66: 69-72

佐々木清一 (1978) 北海道における火山灰の分布と農地利用. 農業土木学会誌 46 (1)

(保護種苗部)



---

## 光珠内季報 NO. 192

発行年月 令和元年10月  
編 集 林業試験場刊行物編集委員会  
発 行 地方独立行政法人北海道立総合研究機構  
森林研究本部 林業試験場  
〒079-0198  
北海道美唄市光珠内町東山  
TEL (0126) 63-4164 FAX (0126) 63-4166  
ホームページ <http://www.hro.or.jp/fri.html>

---