

2 植栽技術の開発

(1) 植付器具の設計・製作

ア スペード（3種類）、ディブルの仕様、図面

スペードとは、地中に貫入した後に前後にこじって深さ方向に細長い形状の植穴を作成し、そこにコンテナ苗を植付けるための道具である。形状的には、幅の狭い平らなショベルというべきものであるが、土を掬う機能はなく、いわゆるひとクワ植えに特化した道具と言うことができる。海外で市販されているコンテナ苗植栽用スペードの形状などを参考に、2種類のスペードを設計・試作した。一つはコンテナ苗の根鉢に近い形状・サイズのもので、掘削部は板材から切出した台形をしており、先端は貫入抵抗を減らすためにエッジ形状とし、エッジ部分にのみ焼入れ硬化処理した。片側に足をかけるためのバーを取付けた（S50C 平型、図-2-1）。もう一つは厚板を削り出した断面が菱形で先端が尖った形状のもので、全周がエッジ形状となっているため全面にわたって焼入れ硬化処理した。こちらは足かけバーを両側に取付けた（SKD11、図-2-1）。足かけバーは、貫入するときの深さ方向のストッパの役割も果たす。いずれも軽量化のため、柄とハンドルは2mm厚のパイプとし、柄はφ20mmのものを、ハンドルは市販のグリップを装着できるようにφ22mmのものを使用した。それぞれについて全長85cmと95cmの2種類の長さのものを製作し、使用者の体格に合わせて選択できるようにした。長さ調整機構は、強度的に不利になると考えて採用しなかった。試作したスペードを試験的に使用してみた結果、後述の通り2種類の形状でそれぞれ貫入性能、製作コストに一長一短があったので、さらに第3の形状のスペードを試作した。（S50C 三角型、図-2-1）これは板材から切出した長五角形の形状をしており、先端は幅方向にも厚み方向にも尖っている。先端部は欠け防止のためわずかに面取りしてエッジ形状とし、斜辺全体に焼入れ硬化処理した。足かけバーを両側に取付けた。予算の都合上、長さ95cmのもののみ製作した。以上、3種類の形状、2種類の長さ、計5本のスペードを試作した。（以下、型式に全長を組み合わせ、SKD11-95、SKD11-85、S50C 平-95、S50C 平-85、S50C 三角-95と呼ぶ）

ディブルとは、コンテナ根鉢と形状・サイズに近い棒を地面に突刺して、引抜いてできた穴にコンテナ苗を植付けるための道具である。堅密土壌、礫混じり土壌、根系の多いところなどでは使用困難と考えられるが、製作も使用も簡単であり、また柄を共通にして先端部を交換することで、複数のサイズのコンテナ苗が混在するような場合でも、コンテナ苗サイズごとに道具を用意する必要があるプランティングチューブなどと異なって、道具コストを抑えることができる。

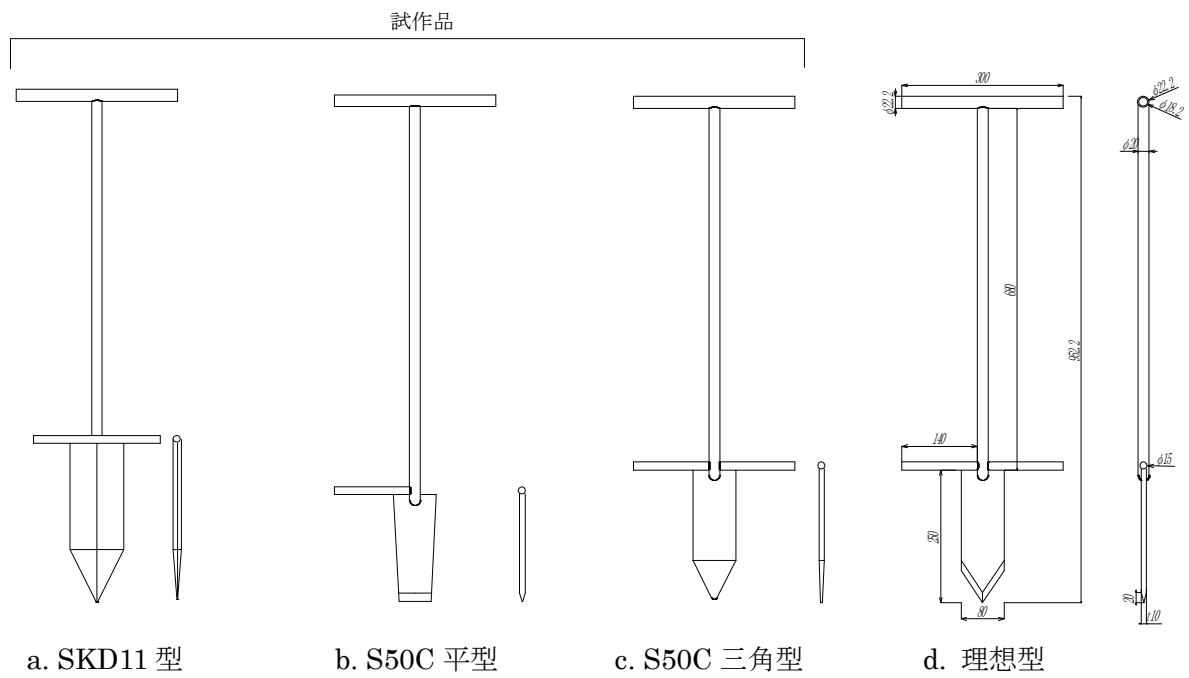


図-2-1 試作スぺード

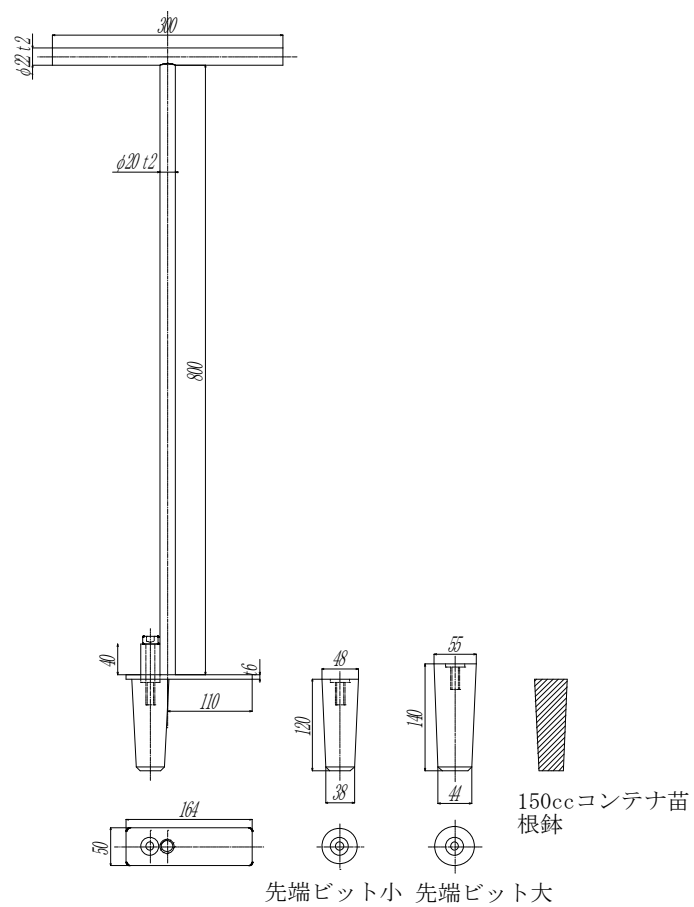
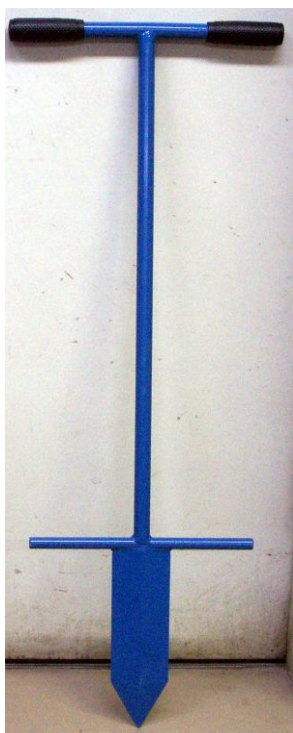
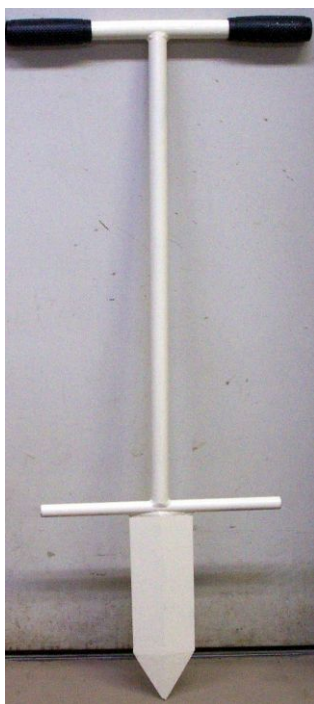


図-2-2 試作ディブル

スpeerド SKD11 型（先端部三角型鋭角、両端部鋭角）



全長 95cm



全長 85cm

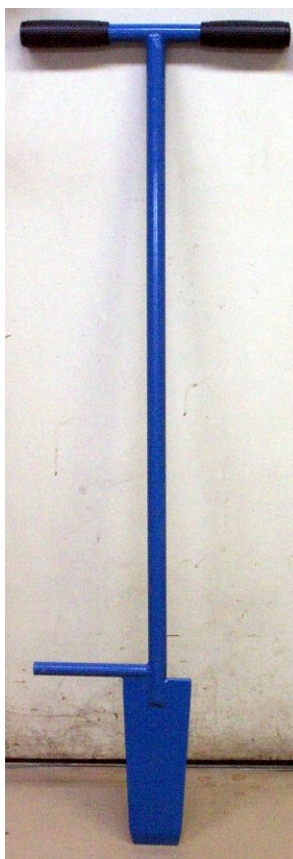


先端部正面



先端部側面

スpeerド S50C 平型（先端部平型で鋭角、両端部鈍角）



全長 95cm



全長 85cm



先端部正面



先端部側面

スpeerd S50C 三角型（先端部平型で鋭角、両端部鈍角）

ディブル



全長 95cm



先端部側面



全長 95cm

イ スpeerd（3種類）、ディブルの作業性

試作したスpeerd 3種類について、現地植栽試験を行い、作業者に各道具に対する使用時の感想を聞き取った。S50C 平型（図-2-1）は、堅密土壌、礫、根系の多い土壌では貫入させるのが難しく、使いづらいとのことであった。また、足をかけるバーが片側にしかついていないが、両側にあった方が使いやすいとのことであった。SKD11（図-2-1）は、堅密土壌、礫、根系の多い土壌のいずれでも貫入可能で、また足かけバーが両側にあるためどちらの足もかけられ、表裏を気にせず使えて、使い勝手はよいとのことであった。しかし試作メーカーによれば、断面形状が菱形であるために厚板から削り出す必要があり、また全周にわたってエッジがあるため焼入れ硬化する面積が大きく、製作コストが高いとのことである。そこで、新たに平板の先端を尖らせた S50C 三角型（図-2-1）を試作し、使用してみた。堅密土壌、礫混じり土壌では平型と比較して貫入は容易であったが、エッジ部分がないためエッジ部分で根系を切断しながら貫入できる SKD11 型と比較して、根系の多い土壌では貫入性能に劣るという感想が得られた。これらの結果から製造コストが安く高性能なスpeerdの形状を想定すると、図-2-1 の理想型になると考えられる。すなわち、平板を先端が尖った長五角形に成型し、先端部の両側をエッジ形状として焼入れ硬化処理するというものである。

スpeerdの長さについては、平地で使用する際には長目の方が使用しやすいが、傾斜地では斜面上方に向かって作業できるよう短い方が使用しやすい、とのことであった。そのほか、もう少し軽量の方がよい、パイプ部分がこの肉厚ではやや強度不足、足かけバーが地表植生や地被物に引っかかって植付け・引抜きに支障を来すことがある、などの感想が得られた。

(2) コンテナ苗の運搬方法

ア トラック運搬

苗圃から植付け現場までのコンテナ苗の運搬方法については、いろいろな意見があって現状ではコンセンサスが得られた最適な方法というものはない。大きく分けて、①苗圃から山元あるいは植栽場所までコンテナごと運搬する方法と、②苗圃でコンテナから取出して別の容器（段ボール等）で運搬する方法に2分できる。

苗圃からコンテナごと運搬する方法には、以下のような長短がある。

[長所]

- ・ 苗圃で詰替える手間が不要
- ・ 山元に保存が可能で仮植も不要、灌水が確保できれば長期保存も可能

[短所]

- ・ 運搬車両にコンテナを積載するための特別な装備が必要
- ・ コンテナには苗木が間隔をおいて入っているので、運搬の積載効率は悪い
- ・ 山元からコンテナを回収する必要がある
- ・ 複数の出荷者のコンテナが混じると、それぞれの出荷者に本人のコンテナを返すためには余分な手間が必要

苗圃で別の容器に詰替える方法には、以下のような長短がある。

[長所]

- ・ 隙間なく詰込むことにより、運搬効率は高い

[短所]

- ・ 苗圃と山元でそれぞれ詰替える必要があり、二度手間となる
- ・ 詰替え容器のコストが余分にかかる
- ・ 詰替え容器に、ある程度の耐水性能が必要
- ・ 山元で詰替え容器を回収または処分する必要がある
- ・ 運搬中に衝撃や振動で苗木の根鉢が損傷する可能性がある

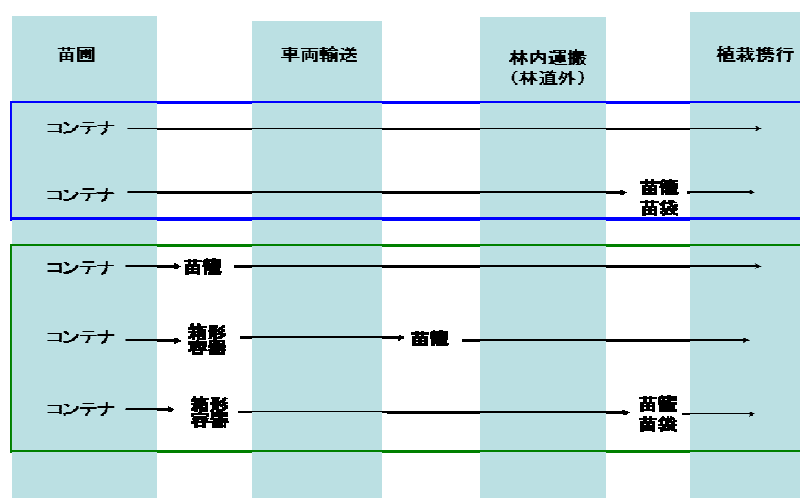


図-2-3 コンテナ苗の運搬方法

これらはさらに、どこでどう積替えるかで図-2-3のように細分できる。このうち、他の容器を使用せず、植付け作業時までコンテナで運搬する方法は、コンテナのキャビティサイズが大きく、コンテナから苗を取出すのに大きな力を要する国産樹種の運搬方法として、現実的でないと考えられる。

前述の通り、①苗圃からコンテナごと運搬する方法をとる場合、トラック等にコンテナを積載するためのフレームが必要となる。コンテナ苗が主流となっている海外林業国では、すでにコンテナ規格に合わせた運搬用のフレームが開発され、フォークリフト、トラック、ヘリコプターなどにより苗木を高効率に安全に搬送することを可能としているが、国内にはそのようなものはなく、本事業で開発したコンテナは独自の規格であるためそれらを流用することも難しい。そこで、JFA-150 を大量に積載可能で積卸しが高能率にでき、極力低コストなコンテナ積載用フレームを設計した。

ベースとなる車両は、国内林業の規模と苗木運搬の実情を考慮して軽トラックとしたが、一部の部材の変更により中型、大型のトラックに積載することも容易である。構造体となるフレーム部分には、高強度、軽量、組立て容易、安価という条件を満たす材料を検索した結果、I 社のアルミフレームシステムを使用することにした。これはアルミ角棒の4面にキノコの頭のよ

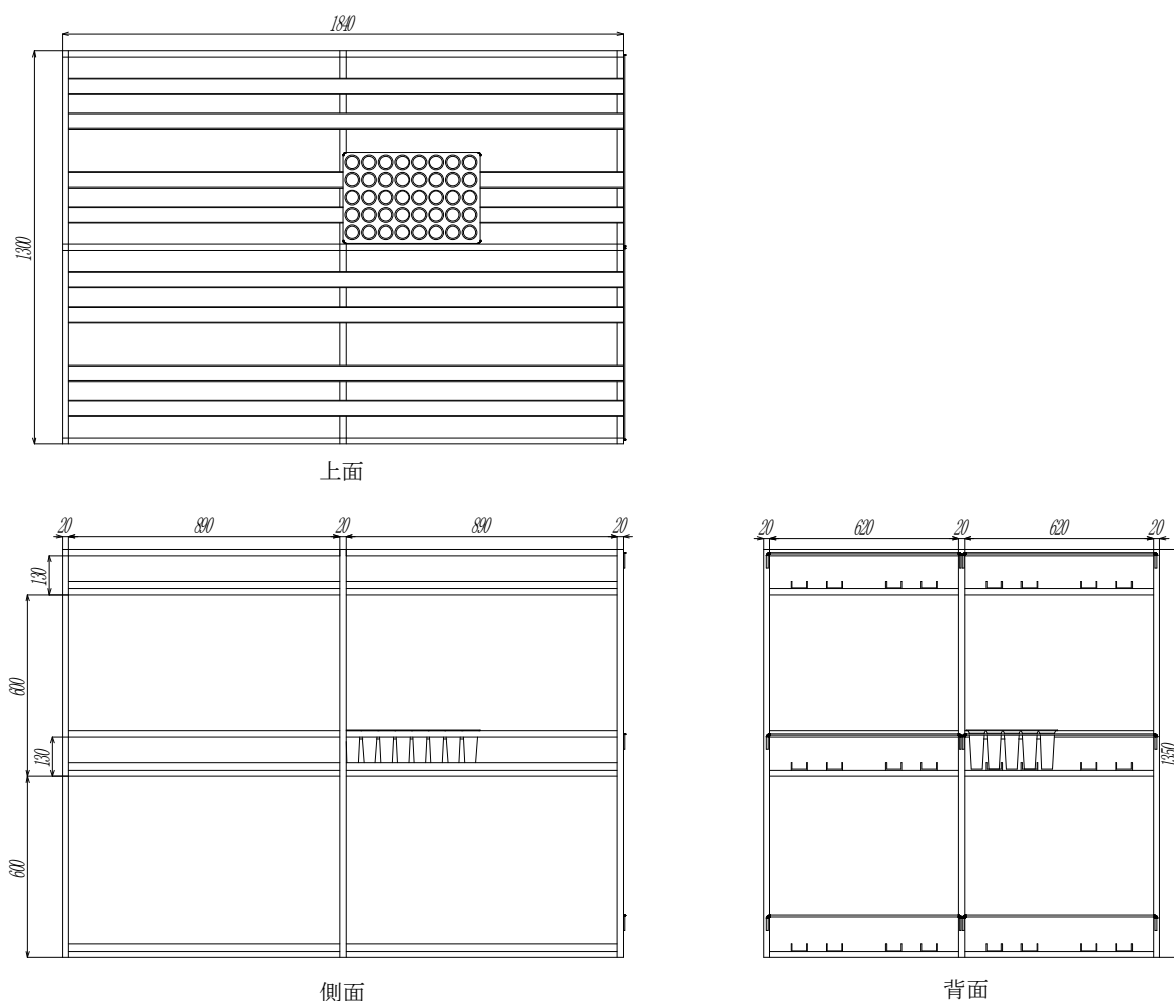


図-2-4 コンテナ運搬フレーム（軽トラック用）

うな断面形状の溝が入っており、専用のボルト・ナット・ブラケットを使用して任意の場所でフレームどうしを接合できるものである。1 辺の幅が 20、30、40mm の規格があるが、強度的に 20mm 幅のもので充分であることがわかっているため、20mm 幅を採用した。コンテナ積載部には、コンテナを持ち上げずにスライドさせるだけで奥の方に積込むことができ、なおかつ積込んだ後にはコンテナが揺動しないよう、断面がコの字型のアルミチャンネル材を使用することとした。コンテナ上面のフランジ部分を、コンピュータの基板のように左右のレール状のフレーム内をスライドさせる方法も考えられるが、本事業で開発した 2 種類のコンテナは、補強と積層スタック時のストッパの役割を果たすリブがフランジ部分の外縁部まで付加されているため、この方法は取れないことが判明している。床面にアルミ板材を使用してそこに載せる、すなわち単なる棚状構造とする方法もあるが、重量が大きくなること、強度が不足でそれを補うにはリブの溶接等が必要であること、積み込み後にコンテナが揺動する可能性があることなどから、チャンネル材の方が材料として優れていると判断した。市販規格品のアルミチャンネル材のうち、50×25×3mm のものが JFA-150 コンテナの底面形状に近く（図-2-4）、横方向の揺動量が 6.6mm で許容範囲と考えたので、これを使用することにした。チャンネル材の床面は、コンテナがスライドできるようフラットにする必要があり、皿穴加工してフレームとは皿ボルトで接合しなければならない。JFA-300 コンテナは底面径が JFA-150 コンテナよりもかなり大きいので、チャンネル材を共有することはできず、これよりも 1 サイズ大きなものを使用する必要がある。また、苗高が高くなるので、積載段数は少なくなると考えられる。フレームの接合位置は任意に設定できるので、チャンネル材以外の部材の交換は不要である。

関東森林管理局技術センターで使用している F 社の軽トラックの荷台内寸を測定し、その中に極力効率よくコンテナが収まるようなフレーム構造を設計した（図-2-5）。高さ方向には、出荷時に想定されるコンテナの苗高に十分な余裕を見て、3 段積みとした。フレーム接合位置は任意に設定できるので、大苗用に段数を減らす、小苗用に段数を増す、ことも可能である。積み込み時には、トラック荷台の後方からコンテナの長手方向を前方に向けて、5 列のキャビティのうち 2、4 列目をチャンネル鋼に入れて前方に送る。コンテナを積み終えたら、後部の簡易ゲートを開けて転落を防止する。この諸元で、縦 4 列、横 4 行、3 段の計 48 コンテナ、1,920 本

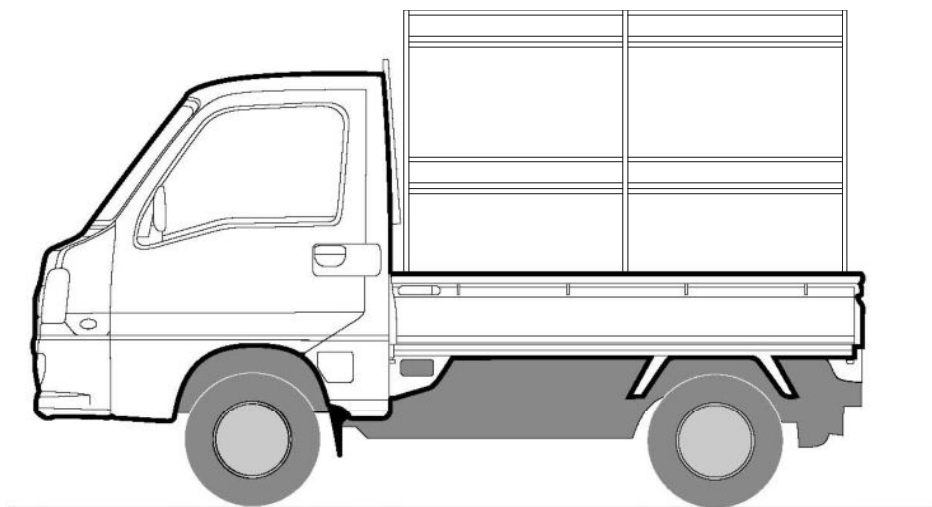


図-2-5 軽トラック装着イメージ

の苗木を積載することができる。2tトラックであれば、120 コンテナ、4,800 本程度積載可能となる。長距離を運搬する場合には、走行風による苗木の乾燥が問題となる。そこで、高さ方向の9本のフレームを延長するなどして、全体に幌をかけられるような構造とすることが必要である。図面のフレームの重量と試作費を試算すると、重量約 60kg、試作費約 67,000 円であった。苗木1本の重量を 120g とすると、 $0.12 \times 1,920$ (苗木重量) + 1×48 (コンテナ重量) + 60 (フレーム重量) = 338.4kg で、軽トラックの最大積載重量 350kg に近い値になり、重量的にも妥当な積載量であると考えられる。

なお、前述の通り現状では最適運搬手法の結論が出ていないため、コンテナ積載用フレームについては、設計のみで実際の製作はしていない。従って、性能、使用感などについては未検証である。

イ 苗携行容器

植付け現場まで運搬したコンテナ苗を植付け作業時に作業者が持ち歩く容器として、農業用の苗籠を推奨している。これは平面形状が空豆型をしたプラスチック製の腰につける籠で、田植えの補植などに使用されるものである。コンテナ苗は成型性が特徴であるため、袋状の容器よりは形状の固定した容器の方が苗木の運搬に適していると考えられる。苗籠はホームセンターや農業資材店で容易に入手でき、安価でサイズも選択できることが利点である。底面まで格子状のもの、底面は水密になっていて側面のみ格子状のもの、全く格子のないものがあるが、脱落した培地や水分が足にかかるのを防ぐため、底面が格子状でないものの方が使い勝手はいいものと思われる。苗籠は一般に、縁にけられた穴にベルトを通して肩から斜めに腰に下げて使用するが、植付け作業のように激しい動きを伴う場合には、腰の位置に安定せず、前に回り込んだりして著しく作業のじゃまになる。ベルトを2本使用し、1本を腰に回し1本を肩に



左の苗籠（サイズ中：内径縦 34cm,横 22cm,高さ 19 cm）

右の苗籠（サイズ大：内径縦 38cm,横 27cm,高さ 21cm）



コンテナ苗用バッグ



苗籠使用例

かけると、安定して作業しやすい。一度に、両腰及び背後に最大3個携行することができる。サイズ中のものでJFA-150 コンテナ苗を25本、サイズ大のもので40本程度入れることができる。

海外ではある程度の成型性を保つコンテナ苗用バッグなども市販されているが、これらは国内では容易に入手できず、また高価である。植付け作業者がコンテナを腰に下げて、コンテナから抜取った苗木を直接植付けるための装具も市販されているが、前述の通り JFA-150 コンテナは苗の抜取りに大きな力を要し、山元以前の段階でまとめて苗を抜取るのが現実的と考えられるため、これらを使用できる場面はあまりないと思われる。

ウ 関東森林管理局森林技術センターでのコンテナ苗の運搬試験

関東森林管理局森林技術センターにおいて、コンテナ苗の植栽試験の際に、コンテナ苗をダンボールに詰めてトラック運搬を行い、運搬効率や苗の損傷等を調査した。

(ア) 実施月日

平成20年12月2日に、苗圃でコンテナ苗をダンボール箱に詰めてトラックに積載し植栽地まで運搬した。(運搬距離6.3km、うち舗装道路5.0km、未舗装1.3km)

(イ) ダンボール箱の詰め込み方法

コンテナ苗を詰めるダンボール箱は、外寸で高さ24.0cm、縦54.6cm、横39.6cm(厚さ0.4cm)と高さ33.3cm、縦42.4cm、横30.3cm(厚さ0.4cm)の2通りのサイズのものを使用し、詰め方は苗木を立てて詰める縦詰め、仕切を入れる場合と入れない場合で、それぞれの運搬後のコンテナ苗の損傷具合を調査した。また、ビニールシートを使用した場合としない場合でのダンボール箱の損傷具合を調査した。

使用する苗木の数が少なくトラックに平積みで運搬できること、運搬距離が短いことから、ダンボール箱の蓋をしないで運搬したが、走行風のコンテナ苗の乾燥への影響を考えるとダンボール箱の蓋をして運搬したほうがよい。

(ウ) ダンボール箱に詰め込んだコンテナ苗数等

115本の苗木をダンボール箱に詰め、169本の苗木はコンテナごと運搬した。ダンボール箱への詰め割合は縦寸法の5～9割としたため縦方向に1～4割の隙間があり、隙間なく詰めたとしても大きいサイズのダンボールで重さは10kg程度と推測される。

今回は運搬距離が短いので、高さ24cmと33cmのダンボール箱に詰めて蓋をしないで運搬したが、縦詰め、横詰めで蓋をして運搬するとすればダンボール箱は50cm程度の高さが必要となる。

箱詰め方法別コンテナ苗数、ダンボール重量等

ダンボール箱仕様	ダンボール詰め方		樹種	コンテナ 苗数 個	ダンボール 箱重量 kg	ビニール シート	詰め割合
サイズ大 外寸：高さ24.0cm, 縦54.6cm, 横39.6cm	縦 詰め	仕切無	スギ ヒノキ	51	6.9	有	縦： 7割 横： 10割
サイズ中 外寸：高さ33.3cm, 縦42.4cm, 横38.8cm	縦 詰め	コンテナ苗 1列毎に仕切 を入れる	クヌギ クリ シラカシ	42	4.3	有	縦： 9割 横： 10割
		コンテナ苗 1列毎に仕切 を入れる	サクラ シラカシ	22	2.8	無	縦： 5割 横： 10割

*仕切はダンボールの切れ端を使用

*ビニールシートの寸法は、縦、横は90.5cm、高さは100.0cm



コンテナを運搬した軽トラック



スギ、ヒノキコンテナ苗 (REX-250)
仕切をしていない



クヌギ、クリ、シラカシコンテナ苗
(REX-250) 苗一行毎に仕切を入れている



サクラ、シラカシコンテナ苗 (REX-250)
苗一行ごとに仕切を入れている

(エ) トラック運搬結果

軽トラック（荷台寸法：内寸で縦 1.86m、横 1.33m）にコンテナ苗を詰めたダンボール箱 3 個と苗木の入ったコンテナ 8 個を植付道具等と一緒に積んで運搬した。

運搬によるダンボール箱自体の損傷は特になかった。なお、今回ダンボール箱の蓋をしないで運搬してもコンテナ苗は乾燥しなかったが、運搬にあたっては、ダンボール箱の蓋をした方がよい。

(オ) コンテナ苗の損傷状況確認

植栽地すぐ近くのトラック搬入地点でダンボール箱を下ろし、ダンボール箱からコンテナ苗を取り出して根鉢の損傷具合を確認したところ、仕切りの有無にかかわらず損傷は見られなかった。また、コンテナのまま運搬した苗の根鉢の損傷は見られなかった。

なお、ビニールシートの効果について、実施時期が 12 月であり、それまで長期間灌水をしていないため、根鉢内の水分は少なく、箱詰期間は 1 日間だけであったのでビニールシートをしなくても水分の吸収によるダンボール箱の損傷はなかった。ただし、水分の少ない根鉢でも、2～3 日以上箱詰めしておく場合は、ビニールシートをすることにより根鉢の水分を保てるので、ビニールシートは必要と思われる。

ダンボール箱での運搬によるコンテナ苗の損傷状況

区分	ダンボールサイズ	樹種	本数 本	重量 kg	ビニー ル袋	仕切	苗木の損傷
A	外寸：縦546, 横396, 高さ240mm 内寸：縦538, 横388, 高さ232mm 厚さ：4mm	スギ ヒノキ	51	6.9	有	無	・ダンボール内に隙間があり 仕切がなかったので苗は少し傾いた ・苗木の損傷はない
B	外寸：縦424, 横303, 高さ333mm 内寸：縦416, 横295, 高さ325mm 厚さ：4mm	クヌギ クリ シラカシ	42	4.3	有	有	・仕切で苗はしっかりと固定 ・苗木の損傷はない
C	同上	サクラ シラカシ	22	2.8	無	有	・仕切で苗はしっかりと固定 ・苗木の損傷はない ・コンテナ苗は乾燥した状態であったのでダンボール内の濡れはない

運搬後の根鉢の状況（いずれも損傷はなかった）



ヒノキ、スギコンテナ苗（REX-250）



クヌギ、クリ、シラカシコンテナ苗（REX-250）



シラカシ、サクラコンテナ苗（REX-250）

エ 九州森林管理局宮崎森林管理署都城支署でのコンテナ苗の運搬試験

九州森林管理局宮崎森林管理署都城支署青井岳国有林で行った植栽試験の時に、苗圃でコンテナ苗をダンボール箱に詰めてトラック運搬を行い、運搬効率や苗の損傷等を調査した。また、トラックから下ろしたダンボール箱を植栽地まで背負子で運搬し背負子の作業性について調査した。

(ア) 日時

平成 21 年 1 月 21 日：苗圃でコンテナ苗のダンボール箱詰め及びトラック積載

平成 21 年 1 月 22 日：苗圃から植栽地近傍のトラック搬入地点までダンボール箱を運搬
(運搬距離は舗装道路上 83 k m)

ダンボール箱をトラックから下ろし、植栽地まで背負子で運搬

(イ) コンテナ苗の箱詰め方法

苗高が 30cm 程度、根鉢の長さが 13cm 程度であることから、コンテナ苗を詰めるダンボール箱として、外寸で高さ 43.6cm、縦 59.4cm、横 38.9cm (厚さ 0.4cm) のものを使用し、1 箱に 50 本のコンテナ苗を詰めた。詰め方は苗木を寝かせて詰める横詰めと立てて詰める縦詰めとの 2 通りとした。縦詰めではダンボールに仕切を入れる場合と仕切を入れない場合に分けた。また、ビニールシートを使用した場合としない場合でのダンボール箱の損傷具合を調査した。

なお、1,000 本のコンテナ苗を 20 個のダンボール箱に詰めるのに要した時間は、2 人で 1 時間 30 分程度であった。

(ウ) 1 箱当たりコンテナ苗数

コンテナ苗 1 本の重さは 250g 程度あり、50 本入れると 1 箱の重さは 12~13 k g 程度となり、背負子で 2 箱を運搬するとすると、1 回の荷の重さは 20kg を越え、担いで運搬する重さとしてはほぼ限界に近い重さとなることから 1 箱 50 本詰めとした。

横詰めの場合は、縦、横方向に空隙はないが、高さ方向は 5 割程度の詰め込みであり、更に 50 本程度詰める空隙があった。縦詰めの場合は、横、高さ方向には空隙はないが、縦方向には 7 割程度の詰め込みであり、あと 20 本程度詰める空隙があった。

今回使用したコンテナ苗の重量は、平均で 250g 程度と重かったが、標準培地で育苗したコンテナ苗であれば軽いので、更に多くの本数を詰めても運搬に支障がないと考えられる。他の育苗事例で見ると、標準培地で育成したコンテナ苗は 100g/本程度なので、1 箱に今回使用したサイズの箱であれば 100 本詰めて 10kg 程度となり、1 回の運搬で 2 箱、200 本のコンテナ苗を運ぶことが出来る。

箱詰め方法別コンテナ数、ダンボール重量等

箱詰め方法		ビニールシート	コンテナ苗数 個	ダンボール箱重量 kg	詰込割合	
横詰め		無	50	10.6	高さの5割 (高さで20cm程度の空隙がある。 縦、横は空隙無)	
		有	50	13.6		
		有	50	13.1		
		有	50	11.2		
		有	50	12.8		
		有	50	13.3		
縦詰め	仕切無		無	50	13.1	縦の7割 (縦で20cm程度の空隙がある。 横、高さは空隙無)
			有	50	13.2	
			有	50	13.5	
			有	50	14.1	
			有	50	14.0	
			有	50	13.0	
	苗 2 列毎に仕切を入れる		有	50	12.4	
			有	50	13.3	
			有	50	14.0	
			有	50	13.0	
			有	50	12.3	
			有	50	13.1	
	苗 3 列毎に仕切を入れる		有	50	13.8	
			有	50	13.9	

*ダンボール仕様:外寸(縦59.4cm,横38.9cm,高さ43.6cm)

内寸(縦59.0cm,横38.5cm,高さ43.2cm) 重量 1kg

*仕切はダンボールの切れ端を使用

*ビニールシートの寸法は、縦、横は111.5cm,高さは140.0cm



横詰め (ビニールシート有)



横詰め (ビニールシート無)



縦詰め・仕切無し (ビニールシート有)



縦詰め・苗2列毎に仕切 (ビニールシート有)



縦詰め・苗 3 列毎に仕切
(ビニールシート有)



1,000 本のコンテナ苗を詰めた 20 箱の
ダンボール箱

(エ) トラック運搬

トラック（積載量：1.5t、荷台寸法：内寸で縦 3.09m、横 1.6m）にダンボール箱を 2 段に積載して、ビニールシートで覆って荷縛りし、83km の舗装道路を運搬した。

運搬によるダンボール箱の損傷は特になかった。

今回使用したトラックの場合、荷台には、今回使用したダンボール箱で 1 段 15 個積むことができる。1 箱に 100 本詰めの場合は、1 段積みで 1,500 本、2 段積みで 3,000 本、3 段積みで 4,500 本積載できることとなる。



植栽地の近くの作業道退避路でビニールシートの覆いを外してダンボール箱を下ろす



ダンボール箱 2 個を背負子で運搬

(オ) トラック搬入地点から植栽地までのダンボール箱運搬

トラック搬入地点から植栽地まで約 120m の歩道を、2 個のダンボール箱を背負子で運搬した。重さは全体で 25kg 程度あり、作業者にとって運搬可能であるが限界に近い重さである。

(カ) 根鉢の損傷状況

植栽地まで運んだダンボール箱を開いて根鉢の損傷具合を確認したところ、運搬中に根鉢から落ちた培地の一部がダンボール箱底部に見られたが、根鉢の損傷はなかった。

ダンボール箱への詰め方で横詰めと縦詰め、縦詰めで仕切の有無による根鉢の損傷に差異は見られず、横詰めが運搬上問題があるとはいえなかった。横詰めの方が縦詰めより詰めやすく多く入り、横詰めは効率のよい詰め方として期待できる。

ダンボール箱からコンテナ苗を取り出した際に根鉢の一部が崩れた。根鉢が崩れやすい理由は、培地のココナツハスクの割合が少なく赤土の割合が多く土が根にしっかりと絡んでないこと、挿木による育苗なので、培地にある程度深く挿した場合は挿木の先端から発根した根鉢の形成がキャビティの先端付近に限られ、根鉢上部の根の発達が不十分であること等が考えられる。

培地がココナツハスクやモミ殻等を主体とする標準培地であれば、根鉢が崩れるという問題は起こらないと考えられるが、挿木による根の発達の問題については今後検証を重ねる必要がある。

また、ビニールシートの効果について、詰め込みの3日前からコンテナ苗に灌水を行っておらず、このため根鉢内の水分は減少しており、箱詰め期間は1日間だけであったのでビニールシートをしなくても水分の吸収によるダンボール箱の損傷はなかった。ただし、水分の少ない根鉢でも、2～3日以上箱詰めしておく場合は、ビニールシートをすることにより根鉢の水分を保てるので、ビニールシートは必要と思われる。

トラック運搬後の根鉢の損傷程度

ダンボール詰め方法		コンテナ苗の損傷具合			
		良	中	悪	計
横詰め		20	15	15	50
縦詰め	仕切無	15	25	10	50
	苗2列毎に仕切	7	18	25	50
	苗3列毎に仕切	21	19	10	50

根鉢の損傷具合

良：損傷ほとんどない

中：根鉢一部損傷

悪：根鉢の培地はほとんど落ちている



横詰めした苗木



縦詰めで仕切なしの苗木



運搬中に根鉢から落ちた培地



損傷具合が良と中のコンテナ苗



損傷具合が左 2 本が良、右 1 本が悪

オ 運搬試験のまとめ

苗圃でコンテナから苗を取出し、ダンボール箱に詰めてトラック運搬する際に、ダンボール箱へのコンテナ苗の詰め方を縦詰めと横詰めとし、また、縦詰めの場合にはコンテナ苗間の仕切の有無による区分を設けたが、いずれもトラック運搬による根鉢の損傷は見られなかった。

ダンボール箱に詰める苗木数は、標準培地で育成したコンテナ苗は 1 本 100g 程度であり、100 本のコンテナ苗を詰めると、1 箱は 10kg 程度となり、トラック搬入地点から植栽地までをダンボール 2 箱で 20kg の荷を背負子で運ぶことは可能と思われた。

ダンボール箱内にビニールシートを入れるのは、保管が短期間の場合には必要でないが、一定以上の期間保管する場合には根鉢の水分を保つためには必要であると思われた。

(3) 植栽試験

ア 関東森林管理局森林技術センターでの植栽試験

(1) 試験方法等

- ・日時

平成 20 年 12 月 2 日

- ・場所

茨城県城里町大字塩子岩谷国有林 268 林班に小班

- ・試験地の概要

面積：0.11ha

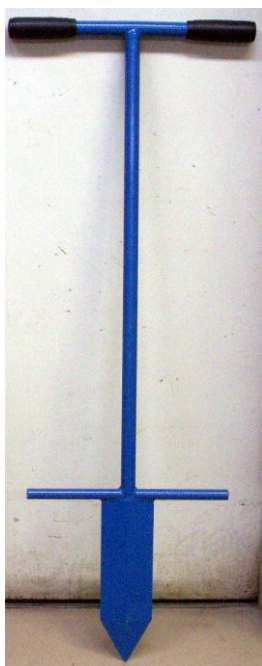
林地傾斜：尾根部 15° 程度、斜面下部 25° 程度

10 年前に皆伐した跡地で、その後育林用機械の走行試験地として使用され、土壌が締め固められており尾根部は非常に硬い。最近試験地として使用されていないので、灌木、カヤ等が繁茂しており、それらを刈り払ったが土中には根が多い。

試験地までトラックが進入できる作業路がある。

- ・試験の方法

当事業で試作した植付器具のスペード (3 種類)、プランティングチューブ (JFA-150 コンテナ苗用、REX-250 コンテナ苗用、以下それぞれ PT-150、PT-250 と呼ぶ)、クワを用いて、裸苗の植栽経験を持つ男性作業員 3 名による植栽試験を行い、植付器具の作業性を調査した。植栽には森林技術センター七会事務所で育苗したコンテナ苗 284 本 (スギ 30 本、ヒノキ 21 本、広葉樹 233 本) を用いた。また、作業員がコンテナ苗を作業地に携行する 2 種類の苗籠について、その作業性を調査した。



スペード SKD11-95



スペード S50C 平-95



スペード S50C 三角-95



プランティングチューブ

左 PT-250 (長さ 98cm,内径 6.2cm)
右 PT-150 (長さ 96cm,内径 5cm)



苗籠

左：サイズ中 内径縦 34cm,横 22cm,高さ 19 cm
右：サイズ大 内径縦 38cm,横 27cm,高さ 21cm

植付器具の重量

植付器具		重量kg
スぺード	SKD11-95	2.62
	SKD11-85	2.51
	S50C三角-95	2.91
	S50C平-95	2.44
	S50C平-85	2.36
プランティングチューブ	PT-250	3.34
	PT-150	2.72
鍬		2.08

(2) 作業器具別の作業性

植付け本数が 284 本と少なく、またコンテナ苗の根鉢の成形が十分でないために根鉢が崩れないように丁寧に扱わなければならない、植付器具毎の植栽の工期把握をするには不十分であった。作業工期はクワが最も高く 360 本／1 日、スぺードは 345 本／1 日、プランティングチューブは 300 本／1 日とコンテナ苗で期待する 1 日当たりの植栽本数 (500～600 本程度) より相当少ない値となった。

原因として、クワやスぺードを使用した場合に、植穴は小さくてよいのに裸苗の場合と同様に丁寧に何回も土を耕耘していたことがあげられる。これは、長年裸苗で活着を確実にするため、土を丁寧に耕すことが身に付いていること、コンテナ苗の根鉢が一部欠損しているものがあり、丁寧に扱わないと活着に影響すると思ったことによるものと思われる。これらは、根鉢のしっかりしたコンテナ苗を使用しクワ植えにすることにより工期は向上するものと思われる。

クワは日頃使い慣れた器具であり、急傾斜地でも硬い土壌のところでも作業は可能であるが、腰をかがめ全身の力を使ってクワを振り下ろすので労力的には負担が大きいと思われる。

スベードは作業者が慣れないこともあって、使いづらい、重い、根切りが大変という声があり、苗の形状に合わせた植穴を掘るため、スベードの先端を土中に十字に2回貫入させた後地中で回転させる操作をしており、貫入させるのは体重をかけて行うので楽であるが、硬い土中で回転させるのには腕力を要し大変疲れるとの感想であった。その後、スベードの先端を土に貫入させた後回転させないで、持ち手を前後に動かすようにすると作業性が良くなった。特に、先端、両端部が鋭角になっている SKD11 では、根切りや植穴掘りがスムーズに行えるようになった。①S50C 平では先端部が水平なため硬い土では土に貫入させるのに力を要し、また、両端部は刃状になっていないので根切りに支障がある、②S50C 三角は先端が鋭角になっているので土が硬くてもスムーズに貫入させられるが両端部が刃状でないので根切りに支障がある、との感想であった。

プランティングチューブは、土壌が軟らかいと体重を掛ければ先端部が土の中に入るので作業が容易であるが、土が硬いと先端部が土の中に貫入させづらく開きづらかった。このことは、石礫の多い箇所、ササ生地、急傾斜地でも同様であると考えられる。

また、苗籠を身体に吊りベルトを付けて装着する場合と、身に付けないで持ち運ぶ場合とで行ったところ、身に付けて作業する場合、がさばって作業がしづらく腰に負担が掛かる、作業中の振動により苗損傷の恐れがあるとの感想があった。持ち運ぶ際には、大きい苗籠で 250cc 苗が 25 本、中くらいの苗籠には 15 本と入る数が少ないので、苗補給に度々戻らなければならない。苗補給の手間を少なくするため、多くの本数が入り傾斜地でも滑りづらい容器を検討する必要がある。

植付器具の作業性

番号	植付器具	樹種 コンテナ仕様	植付 本数	植付 時間	林地状況	作業性	苗携行容器
1	スベード SKD11-85	スギ REX-250	13	17分4秒	・土壌は粘土質で硬い ・石の混じり具合少ない ・地表はカヤのボサが多い ・林地傾斜：25度	・先端と両端が刃型なので根が切れやすい。 ・ボサを取り除かないと穴の中にボサが入る。 ・スベードを十字状に土に入れる。	・携行容器は中 ・スギ苗15本容器に入れて作業をした ・培地が少し落ちて容器に残った ・腰への負担は感じない
2	クワ	スギ REX-250	15	15分	同上	・植え穴の大きさは、裸苗の場合と同じような大きさとなった	・携行容器は中
3	スベード SKD11-85	コナラ JFA-150	15	12分58秒	・土壌は粘土質で硬い ・石の混じり具合少ない ・地表はカヤのボサが多い ・林地傾斜：14度	・JFA-150と根鉢が小さめなので植え穴に入りやすい ・ボサを取り除かないと穴の中にボサが入る。 ・スベードを十字状に前後に揺さぶる ・また、植え穴を確保するため一部スベードをまわす ・苗の下部に土壌中に空隙ができと思われるが、植え付け後の踏み込みでこの空隙がなくなるのか否かは不明	・携行容器は大 ・腰に重く感じる

作業器具		作業器具別の特徴
スベード	共通	・体重を利用して刃を土に差し込み植え穴を掘り、腰をかがめずに作業が可能なので労力的には負担が少ない。 ・傾斜地、平坦地いずれの地形でも適している。 ・ある程度の堅密な土壌でも適している。 ・枝条等の地表物を除去するのに労力を要する。
	SKD11	・先端と両端部が鋭角になっており、大きめの根を切るのは困難であるが、小さな根は切れる。
	S50C平	・刃の形状が水平なので、土壌が硬く土に差し込むのに労力を要する。 ・両端部は刃状になっていないので、根切りに支障がある。
	S50C三角	・先端が鋭角になっているので、刃を土に差し込むのに労力的に負担が少ない。 ・両端部は刃状になっていないので、根切りに支障がある。
鍬		・鍬を振り下ろすときは腰をかがめて全身の力が必要で、労力的には負担が大きい。 ・どの地形でも作業が可能であるが、傾斜地の地形が適している。 ・大きめの根でも切れるし、枝条の地表物を除去するのに適している。 ・ある程度の堅密な土壌でも適している。
プランティングチューブ (PT-250)		・平坦で軟弱な土壌では、先端が土の中に刺さりやすく体重を利用して植え穴を掘り、腰をかがめずに作業が可能なので労力的には負担が少ない。 ・緩傾斜地では適するが傾斜地では適さない。 ・堅密な土壌では適さない。 ・枝条等の地表物を除去するのに労力を要する。 ・雨降りは土が団子状になり、プランティングチューブの先端内に土が付きやすく苗を植え穴に落とし込めなくなる場合がある。



SKD11-85



プランティングチューブ (PT-250)



クワ

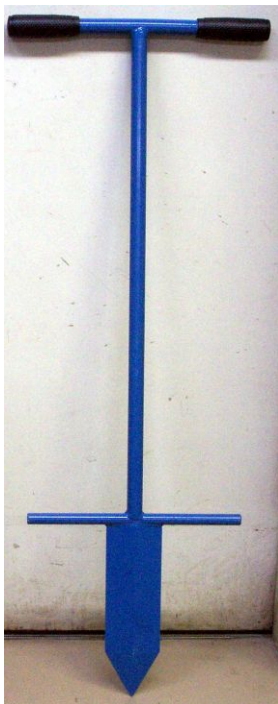
イ 九州森林管理局宮崎森林管理署都城支署での植栽試験

(ア) 試験方法等

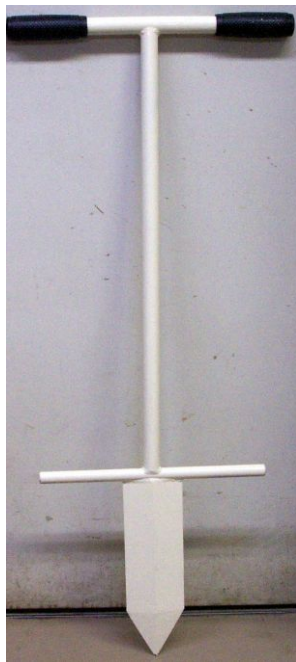
- ・日時
平成 21 年 1 月 22 日
- ・場所
宮崎県都城市山之口町 青井岳国有林
- ・試験地の概要
面積：0.3ha
林地傾斜：尾根部 15° 程度、山腹部 30～45°
スギの伐採跡地：H20 年 8 月搬出済
車道から試験地までの距離：平均 120m 程度
- ・試験方法

植付器具のスペード (2 種類、SKD11-95、SKD11-85)、プランティングチューブ (PT-250)、クワを用いて、植栽作業経験を持つ男性作業員 4 名による植栽試験を行い、植付器具の作業性を調査した。植栽にはスギ 250cc コンテナ苗 1,000 本を用いた。

また、ダンボール箱に詰めて運搬してきたコンテナ苗を作業地まで携行する 2 種類の苗籠について、その作業性を把握した。



スペード SKD11-95



スペード SKD11-85



プランティングチューブ (PT-250)

[クワの仕様]

柄の長さ：1m11cm、刃の形状：長さ 17cm、幅：根元 10cm、先端 8cm

[苗籠]

笠間森林技術センターで使用したのと同じのもの

(イ) 作業器具別の作業性

植付器具毎の作業工程は、クワが最も高く 330 本／日、スベードは 246 本／日、プランティングチューブは 168 本／日とコンテナ苗で期待する 1 日当たりの植栽本数 (500～600 本程度) より相当少ない値となった。

その理由として、関東森林管理局で植栽試験を行った時と同様に、植穴を丁寧に耕耘したことがあげられる。クワやスベードを使用した場合には植穴は小さいが、裸苗植付けの場合と同様に丁寧に何回も土を耕耘していた。これは、長年、裸苗の活着を確実にするため土を丁寧に耕すことが身に付いていること、コンテナ苗の根鉢が一部欠損しているものがあり丁寧に扱わないと活着に影響すると思ったことなどによる。また、関東森林管理局における試験より低い工程となったのは、当試験地の尾根部には枝条が多く残っていてスベードやプランティングチューブで地被物を除去するのに手間がかかったためである。

植栽試験を行うに当たってクワ植で行うよう指導したが、長年の慣習で丁寧な植え方で行われた。コンテナ苗の植付に当たっては、クワ植で行うよう作業者をよく指導する必要がある。また、苗籠は身に付けないで持ち運ぶ方法で行ったが、大きい苗籠で 20 本、中くらいのものには 15 本と少ない本数しか入らないので、度々苗補給に戻らなければならなかった。多くの本数が入り傾斜地でも滑りづらい容器の使用により、苗補給の時間が短縮できる。

(ウ) ダンボール箱の再使用

植付け当日午前中は小雨が降り、作業開始前に植付け地に運んだダンボール箱は雨に濡れて形が崩れ、次回植付けでの再使用は不可能となった。ダンボール箱は植付け時に雨が降ると再使用は不可能であるが、雨が降らない場合の回収・再使用の可能性について検証する必要がある。

作業器具別の特徴

作業器具	特徴
スベード	・ 体重を利用して刃を土の中に入れて植え穴を掘るので労力的には負担が少ない。 ・ 傾斜地、平坦地いずれの地形でも適している。 ・ ある程度の堅密な土壌でも適している。 ・ 先端と両端部が鋭角になっており、大きめの根を切るのは困難であるが、小さな根は切れるのが良い。 ・ 枝条等の地表物を除去するのに労力を要する。
鍬	・ 鍬を振り下ろすときは全身の力が必要で労力的には負担が大きい。 ・ どの地形でも作業が可能であるが、傾斜地の地形が適している。 ・ 大きめの根でも切れるし、枝条の地表物を除去するのに適している。 ・ ある程度の堅密な土壌でも適している。
プランティングチューブ	・ 平坦で軟弱な土壌では、先端が土の中に刺さりやすく体重を利用して植え穴を掘るので労力的には負担が少ない。 ・ 緩傾斜地では適するが傾斜地では適さない。 ・ 堅密な土壌では適さない。 ・ 枝条等の地表物を除去するのに労力を要する。 ・ 雨降り日は土が団子状になり、プランティングチューブの先端内に土が付くやすく苗を植え穴に落とし込めなくなる場合がある。

植付器具別植付本数、植付時間

植付器具	植付本数	植付時間 (分)	移動、苗補給時間 (分)	作業時間計 (分)	植付本数／1時間	植付本数／1日6.5時間
スベード	312	404	53	457	41	246
鍬	226	230	18	248	55	330
プランティングチューブ	156	289	41	330	28	168

作業時間には、昼食時間、休憩時間は含んでいない。

観察記録（その１）

植付者	植付器具	作業内容	植付作業時間	植付本数(本)	植付時間(分)	移動等時間(分)	作業条件
A	スベード SKD11-85	植付	9:00～9:14	15	14		尾根部, 林地傾斜15° 程度 土壌の硬さ軟、石混じり程度少 枝条多い
		移動、苗詰め				1	
		植付	9:15～9:34	15	19		
		移動、苗詰め、休憩				19	山腹部, 林地傾斜40° ～45° 程度 土壌の硬さ軟、石混じり程度少 枝条やや多い
		植付	9:53～10:13	15	20		
		ダンボール運搬				5	
		植付	10:18～10:29	7	11		
		移動				2	
		植付	10:31～10:54	13	23		
		移動、苗詰め				2	
		植付	10:56～10:58	2	2		尾根部, 林地傾斜15° 程度 土壌の硬さ軟、石混じり程度少 枝条多い
		ダンボール運搬				6	
		植付	11:04～11:20	15	16		
		移動、苗詰め				2	
		植付	11:22～11:32	10	10		
		移動、苗詰め				3	
植付	11:35～11:47	10	12				
移動、苗詰め				5			
植付	11:52～11:55	4	3				
計				106	130	45	

植付者	植付器具	作業内容	植付作業時間	植付本数(本)	植付時間(分)	移動等時間(分)	作業条件
A	鍬	植付	13:00～13:15	11	15		尾根部,林地傾斜15° 程度 土壌の硬さ軟、石混じり程度少 枝条多い
		移動、苗詰め				2	
		植付	13:17～13:37	15	20		
		移動、苗詰め				8	山腹部、林地傾斜30° ～35° 程度 土壌の硬さ軟、石混じり程度少 枝条少ない
		植付	13:45～13:50	5	5		
		団地移動、ダンボール運搬				28	
		植付	14:18～14:28	15	10		
		移動、苗詰め				2	
		植付	14:30～14:44	15	14		
		移動、苗詰め				1	
		植付	14:45～15:00	15	15		
		移動、苗詰め				1	
		植付	15:01～15:13	12	12		
移動、苗詰め				4			
植付	15:17～15:27	9	10				
計				97	101	46	

観察記録（その２）

植付者	植付器具	作業内容	植付作業時間	植付本数(本)	植付時間(分)	移動等時間(分)	作業条件
B	プランティング チューブ (PT-250)	植付	9:00～9:20	16	20		尾根部, 林地傾斜15° 程度 土壌の硬さ軟、石混じり程度少 枝条多い
		苗補給				3	
		植付	9:23～9:39	11	14	2 (位置算段)	16
		苗補給、休憩					
		植付	9:55～10:10	10	15		山腹部, 林地傾斜40° ～45° 程度 土壌の硬さ軟、石混じり程度少 枝条やや多い
		苗補給				6	
		植付	10:16～10:42	11	22	4 (位置算段)	4
		苗補給				4	
		植付	10:46～11:18	12	28	4 (位置算段)	4
		苗補給				4	
		植付	11:22～10:47	12	19	6 (位置算段等)	4
		苗補給					
		植付	11:51～11:54	2	3		
計				74	121	53	

植付者	植付器具	作業内容	植付作業時間	植付本数(本)	植付時間(分)	移動等時間(分)	作業条件
B	スベード SKD11-95	植付	13:04~13:20	11	16		尾根部, 林地傾斜15° 程度 土壌の硬さ軟、石混じり程度少 枝条多い
		苗補給				2	
		植付	13:22~13:49	15	25	2 (位置算段) 30	
		団地移動				2 (位置算段) 3	山腹部、林地傾斜30° ~35° 程度 土壌の硬さ軟、石混じり程度少 枝条少ない
		植付	14:19~13:37	13	16		
		苗補給				2	
		植付	13:40~14:57	14	17		
		苗補給				3	
		植付	14:59~15:14	10	15		
		苗補給				7	
植付	15:17~15:24	7	7				
計				70	96	44	

観測記録（その3）

植付者	植付器具	作業内容	植付作業時間	植付本数(本)	植付時間(分)	移動等時間(分)	作業条件
C	スベード SKD11-95	植付	8:57~9:33	25	36	20	尾根部、林地傾斜15° 程度 土壌の硬さやや硬、石混じり程度少 枝条多い
		移動、苗詰め					
		植付	9:53~10:30	22	37	10	山腹部、林地傾斜40° ~45° 程度 土壌の硬さ軟、石混じり程度少 枝条やや多い
		移動、苗詰め					
		植付	10:40~11:23	25	43	3	
		移動、苗詰め					
		植付	11:26~11:52	19	26		
計				91	142	33	

植付者	植付器具	植付本数	植付時間	植付本数(本)	植付時間(分)	移動等時間(分)	作業条件
C	プランティングチューブ (PT-250)	植付	13:00～13:27	19	27	3	尾根部、林地傾斜15° 程度 土壌の硬さ軟、石混じり程度少 枝条多い
		移動、苗詰め					
		植付	13:30～13:45	10	15		
		計		29	42	3	

観察記録（その4）

植付者	植付器具	作業内容	植付本数(本)	植付時間(分)	作業条件
D	鍬	植付、苗補給	129	129	尾根部、林地傾斜15° 程度 土壌の硬さ軟、石混じり程度少 枝条多い 山腹部、林地傾斜40° ~45° 程度 土壌の硬さ軟、石混じり程度少 枝条やや多い 尾根部、林地傾斜15° 程度 土壌の硬さ軟、石混じり程度少 枝条多い

植付者	植付器具	作業内容	植付本数(本)	植付時間(分)	作業条件
D	スベード SKD11-85	植付、苗補給	45	36	尾根部、林地傾斜15° 程度 土壌の硬さ軟、石混じり程度少 枝条多い

植付者	植付器具	作業内容	植付本数(本)	植付時間(分)	作業条件
D	プランティング チューブ (PT-250)	植付、苗補給	126	53	山腹部、林地傾斜30° ~35° 程度 土壌の硬さ軟、石混じり程度少 枝条少ない



スベードの足踏みに体重をかけ刃を土中に突き刺す（SKD11-85）



苗籠を傍に置いて植栽（クワ）



足踏みに体重を掛け先端部を地中で開く（プランティングチューブ、PT-250）



ダンボール箱は小雨に濡れて傷み、再使用は不可能

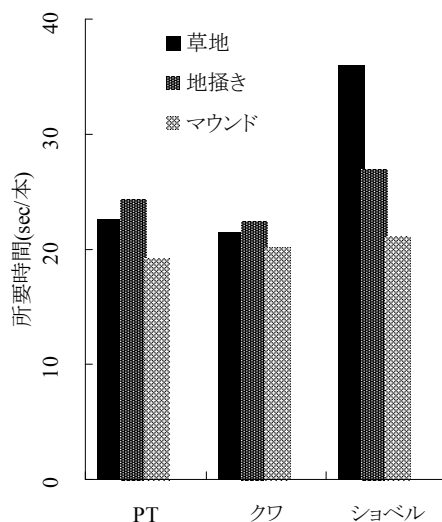
ウ 森林総合研究所北海道支所での植栽試験

（ア）植付器具の作業性と作業工期

2008 年 6 月、札幌市豊平区羊ヶ丘に所在する森林総合研究所北海道支所構内カラマツ林風倒跡地で、アカエゾマツコンテナ苗の植付け試験を行った。試験地はほぼ平坦に近い緩傾斜で、風倒木処理に重機が入ったこともあって、土壌はやや堅密・重粘であった。風倒木の末木枝条は筋状に処理されていたが、その後雑草の繁茂が著しかったため、試験に先立って刈払いを行った。

試験にあたっては、刈払ったそのままの試験区（草地）、ミニエクスカベータで地表植生を剥いだ試験区（地掻き）、さらに土塁状の微地形を作設するマウンディング（マウンド）を施した 3 種類の試験区を設けた。後者 2 区は、下刈り作業を軽減するため、伐採―造林一貫作業および機械による先行地拵を想定したものである。

試験に使用した苗木は、JFA-150 コンテナで育苗したアカエゾマツで、苗圃育苗した 2 年生苗を 2007 年秋にコンテナに移植した。育苗期間が予定よりも短かったため培地における根の回りが不十分で、苗木のサイズも小さかった。植付け試験前に測定したアカエゾマツコンテナ苗の質量と根鉢を含まない苗高の平均値は、それぞれ 76.1g、15.9cm であった。



（PTはプランティングチューブ）

図-2-6 植付け作業工期

表-2-1 1 日当たり植付け可能本

	PT	クワ	ショベル
草地	955	1007	600
地掻き	887	963	800
マウンド	1123	1069	1019

植付け試験に使用した植付け器具は、プランティングチューブ、クワ、ショベルの3種類である。プランティングチューブは内径 50mm のもの、クワは林業現場で一般的に使用される刃の部分が台形状の唐グワ、ショベルは土工用によく使用される剣先スコップである。作業者は2人で、作業者 A がクワとショベルを、作業者 B がプランティングチューブを担当した。作業者 A、B とも森林総研の研究者で、植付け作業の経験はあまりないが、コンテナ育苗・植栽には開発当初から関わってきており、コンテナ苗の高能率な植付け方法については熟知している。使用苗木の本数に限りがあったので、3種類の試験区、3種類の植付け器具合わせて9区分で各20本ずつ、計180本を植栽した。作業者が、腰に固定した苗籠に入れた苗を、プランティングチューブでは標準的な手順で、クワ、ショベルでは典型的なクワ植えで、植付けた。

各試験区、各器具でコンテナ苗の植付けを行い、それをビデオ撮影して後で工期測定を行った。苗木1本当たりの植付け時間の平均を図-2-6に示す。また1日6時間労働として、1日に植付けられる本数を計算した値を表-2-1に示す。ショベルで試験区ごとに作業工期に差が生じたが、プランティングチューブとクワでは器具ごと、試験区ごとの差は少ない。ショベルは必要以上に幅の広い市販品を使用したため、根系を切断して植穴をあける必要のある草地、および堅密土壌の地掻き区では、時間がかかったものと考えられる。プランティングチューブ、クワでも、土壌が堅密なために貫入に手間取る場面が見られた。

エ 植栽試験のまとめ

プランティングチューブ、今回開発したスぺード、国内で従来から裸苗の植付け器具として使用されているクワの3種類の器具を使って、コンテナ苗の植え付け器具としての作業性を把握した。

作業工期は、プランティングチューブでは170～300本/人、スぺードでは250～350本/人、クワでは350本/人といずれの器具とも、当初期待した500～600本/人には及ばなかった。コンテナ苗の植付けの利点としてクワ植えで良いが、コンテナ苗の根鉢が崩れやすいことなどから、スぺードやクワでは丁寧植えに近い方法で行っていたことが、作業能率が向上しなかった理由と思われる。

根鉢のしっかりしたコンテナ苗を育苗し、クワ植えで植付けを行えば更なる作業能率の向上が期待できると思われる。また、植付け時にコンテナ苗を持ち歩く容器として農業用の苗籠を使用した。籠に入る苗木数は限られ度々苗木補給に移動しなければならないので、今後更に多くの苗木が入る容器を検討する必要がある。

仙台森林管理署の海岸林で使用したディブルも含めた各器具の作業性は以下のとおりである。

(ア) プランティングチューブ

プランティングチューブは楽に高能率に作業できる道具であるが、地被物が多いところ、礫混じり土壌、堅密土壌では使用は困難である。また、ペタルを踏む都合上、斜面の上から下に向かって作業することは出来ない。

(イ) スぺード

先端が尖っていて、全周にわたってエッジがついたタイプでは、堅密土壌、礫混じり土壌、根系の多い土壌のいずれでも貫入可能である。地被物の多いところは、あらかじめス

ペードのブレード部分を使って取り除く必要がある。

(ウ) クワ

最も立地を選ばない万能の植付け道具である。堅密土壌、礫混じり土壌、根系混じり土壌でも貫入することが出来、地形が急になるほど楽に作業が出来る。また、地被物を除去することができ、堅い土壌を耕耘することも出来る。しかし、緩傾斜地ではかがみ込む姿勢を取る時間が長いため、他の道具と比較して労力を使う。

(エ) ディブル

先端部を付替えて、様々なサイズのコンテナ苗に使用することが出来る。1 動作で植穴を作成出来るので、高能率な作業が可能だが、堅密土壌、礫混じり土壌、地表に根系のあるところ等では使用が困難である。

オ 森林総合研究所北海道支所での植栽後の生育状況調査

平成 20 年 6 月に機械植えと手植えで行い、その後の苗の生育状況を 7～9 月に、また積雪直前の 10 月 29 日にはサンプルの堀取り観察を実施した。植付け後に枯死に至った苗は、手植えでは数%と少なかったが、機械植えでは、一部に斜め植えなど植付け不良のものが見られ、10 数%とやや多かった。

また、植付け時期が 6 月末で、成長期間が短かったことから、10 月までの間に苗高の成長はほとんどなかったが、サンプル堀取りによる観察では、機械植え、手植え共に根系はよく発達していることがわかった。



機械植付け（事前処理なし）



手植え（雑草による被陰あり）



手植え（事前にマウンド処理）



機械植え（事前にマウンド処理）

カ 平成19年度植栽地（宮崎県）での植栽後の生育状況調査

（ア）平成19年度植栽地（宮崎県日向市）生育状況調査

平成20年2月に植栽試験を行った箇所が一成長期間を経過したので、平成20年11月に活着状況や生育状況を調査した。

a 活着調査

植栽地は植栽地A（急傾斜地）と植栽地B（緩傾斜地）の2箇所、2箇所とも消失している植栽木が多く、シカあるいはウサギの食害によるものと思われるが、原因は特定できない。植栽地Aでは、植付けによるものか苗木の不良によるものか不明だが、半枯死が若干みられた。

植栽地A（緩傾斜地）				単位：本
樹種	生存	消失	半枯死	計
スギ	7	8		15
ヒノキ	37	39	3	79
クヌギ	12	50	4	66
計	56	97	7	160

植栽地B（緩傾斜地）				単位：本
樹種	生存	消失	食害	計
スギ	10	2	1	13
ヒノキ	25	12	1	38
計	35	14	2	51

b 生育状況調査

植栽地Aで生存している植栽木の中からクヌギ4本、スギ2本、ヒノキ4本を抽出して樹高や年間成長量、根の成長を調査した。

植栽後1年目の成長量としては、クヌギで5～20cm、ヒノキで10～14cmと少ないが、スギでは20～34cmと裸苗と同様な成長をしている。根は写真に示すように非常に旺盛な成長をしており、植栽後1年目は地中にしっかりと根を張り、2年目以降の成長が期待できると思われる。

平成19年度コンテナ苗植栽地生育状況調査（NO1）

単位：cm

番号	樹種	地上部			根系部		
		樹高	年間上長成長	活力度	根の長さ	根の広がり	根張り具合
1	クヌギ	36	12	良好	未把握	未把握	未把握
2		34	5		20	28	良好
3		40	5		16	20	
4		44	20		25	10	直根の成長旺盛
5	スギ	41	20		20	14	根の一部がルーピングしている
6		52	34		22	16	
7	ヒノキ	43	14		18	10	良好
8		28	10		18	13	
9		29	10		23	10	
10		37	10		16	20	



クヌギ（NO1）地上部



クヌギ（NO2）地上部



クヌギ（NO2）根系



クヌギ (NO 3) 地上部



クヌギ (NO 3) 根系



クヌギ (NO 4) 地上部



クヌギ (NO 4) 根系



スギ (NO 1) 地上部



スギ (NO 1) 根系



スギ (NO 2) 地上部



スギ (NO 2) 根系



ヒノキ (NO 1) 地上部



ヒノキ (NO 1) 根系



ヒノキ (NO 2) 地上部



ヒノキ (NO 2) 根系



ヒノキ (NO 3) 地上部



ヒノキ (NO 3) 根系



ヒノキ (NO 4) 地上部



ヒノキ (NO 4) 根系