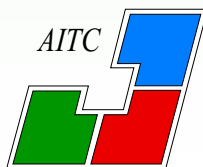


～海岸防災林早期復旧を目指して～ クロマツコンテナ苗導入の試み



地方独立行政法人
青森県産業技術センター 林業研究所
Aomori Prefectural Industrial Technology Research Center
Forestry and Forest Products Research Institute

目次

1	海岸防災林の復興に向けて	1
2	コンテナ苗の植栽試験	
(1)	調査地	2
(2)	コンテナ苗	2
(3)	植栽方法	2
3	コンテナ苗の生存率	
(1)	コンテナ苗の生存率	3
(2)	従来の植栽苗とコンテナ苗の生存率の比較	4
4	コンテナ苗の成長特性	
(1)	コンテナ苗の計測区画	5
(2)	コンテナ苗の苗高	6
(3)	コンテナ苗の根元径	7
5	コンテナ苗の植栽効率	
(1)	コンテナ苗の植栽効率の算出と植栽方法	9
(2)	コンテナ苗の植栽効率	10
(3)	従来の植栽方法とコンテナ苗の植栽効率の比較	10
6	海岸林のコンテナ苗利用の多様化	
(1)	多様なコンテナ苗の活用	11
(2)	調査地及び植栽方法	11
(3)	コンテナ苗の種類と植栽区画	12
(4)	各種コンテナ苗とハードポット苗の生存率	12
7	コンテナ苗植栽の展望	13

表紙写真

左上：育苗中の 300cc クロマツコンテナ苗（上北地域・2015 年 6 月撮影）

右上：植栽直前の 300cc クロマツコンテナ苗（砂ヶ森地区・2015 年 6 月撮影）

左下：植栽 1 年後の生育状況（淋代地区・2016 年 5 月撮影）

右下：植栽後 2 回目の冬（砂ヶ森地区・2016 年 12 月撮影）

裏表紙写真

植栽後 2 回目の冬（埋雪前）（深沢地区・2016 年 12 月撮影）

1 海岸防災林の復興に向けて

東日本大震災の津波により、八戸市から三沢市に至る海岸防災林が被災し、約 12 ha の海岸防災林が倒木や林地流出によって消失しました。その後、海水の影響による赤枯れなどの枯死被害が発生し、海岸防災林の枯損面積は約 134ha まで拡大しました。被災した海岸防災林（写真 1-1）はクロマツを主体に構成されており、海岸防災林の早期再生には、大量のクロマツ苗を短期間で供給する必要があります。さらに、大量に供給された苗を効率的に植えられること、植えた苗が枯死せず高率で活着することも重要です。

これらに対応できるものとして、コンテナ苗（写真 1-2）が期待されています。コンテナ苗はマルチキャビティコンテナ（以下、コンテナ）（写真 1-3）と通称される専用の容器で作られた苗のことで、従来の裸苗よりも育苗期間が短く、生産密度も高いという生産面のメリットがあります。また、植栽面では活着が良く、植栽時期を選ばないことや植栽作業が簡単であること、植栽効率が高いことが報告されています。

以上のことから、本県における海岸防災林の早期再生には、クロマツコンテナ苗の活用が望ましいと考えられます。しかし、本県におけるクロマツコンテナ苗の植栽実績は乏しく、そのことが導入の障壁となっています。そこで、クロマツコンテナ苗の海岸植栽試験を行い、苗の生存率、成長特性及び植栽効率の 3 点を明らかにすることで、海岸防災林の造成に導入できるのかを検討しました。



写真 1-1 復興中の海岸防災林（①: 三沢市砂ヶ森地区，②: 三沢市淋代地区）



写真 1-2 クロマツコンテナ苗（300cc） 写真 1-3 マルチキャビティコンテナ（300cc リブ付）

2 コンテナ苗植栽試験

(1) 調査地

植栽試験は三沢市砂ヶ森地区（以下、砂ヶ森）、三沢市淋代地区（以下、淋代）及び上北郡おいらせ町深沢地区（以下、深沢）の3か所の海岸防災林で行いました（図2-1）。それぞれの調査地には10m×10mの丸太静砂工が施工されています。また、砂ヶ森は盛土工が行われており、その後の重機による締め固めなどにより、非常に硬い土壌となっています。なお、いずれの調査地も平坦地です。

(2) コンテナ苗

植栽に用いたコンテナ苗は2014年5月下旬に播種した1年生クロマツコンテナ苗です。これらは三八地域（以下、三八）及び上北地域（以下、上北）の2か所で、300ccリブ付コンテナ（JFA-300）（写真1-3）で生産されたものです。

(3) 植栽方法

植栽は2015年6月、8月及び10月の3回に分けて実施しました。各植栽月において、それぞれの調査地に10m×10mの方形区画を2か所設定し、各区画に10,000本/haの密度で植栽しました。なお、方形区画は丸太静砂工の区画を利用しています。各区画にコンテナ苗を10行×10列で植栽し、1列おきに板材による衝立を施工しました（図2-2）。なお、通常行われている植栽時の施肥は行いませんでした。

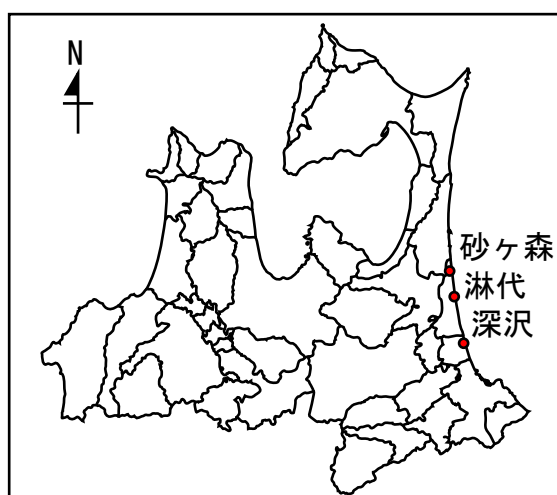


図2-1 植栽試験地位置

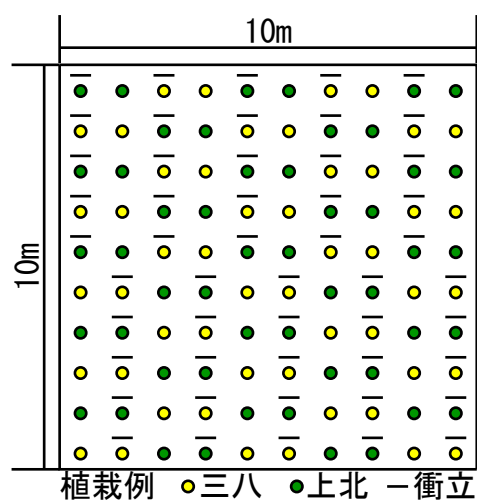


図2-2 区画内の植栽配置例



写真2 植栽前の調査地（①：砂ヶ森地区，②：淋代地区，③：深沢地区）

3 コンテナ苗の生存率

(1) コンテナ苗の生存率

三沢市、おいらせ町の3か所に植えたコンテナ苗は全てが健全苗（写真3-1①）で、2015年の12月までに枯死したものは淋代地区の6月植栽苗5本だけでした。その原因は、4本が引き抜き（写真3-1②、③）によるもので、1本が雑草の被圧（写真3-1④）によるものです。また、越冬後の翌年3月における調査では新たな枯死個体は発生せず、コンテナ苗の生存率は $99.7 \pm 0.8\%$ （平均値 $\pm$ 標準偏差）と非常に高い値を示しました（図3-1）。なお、衝立の有無及び生産地による生存率の差は検出されませんでした。以上のことから、コンテナ苗は春～秋の植栽が可能であり、衝立は必要ないと考えられます。



写真 3-1 6月植栽コンテナ苗の植栽後の状況

（①: 健全苗（8月撮影）、②: 引き抜き苗（植栽直後）

③: 乾燥した引き抜き苗（8月撮影）、④: 被圧苗（8月撮影（雑草を一部除去））

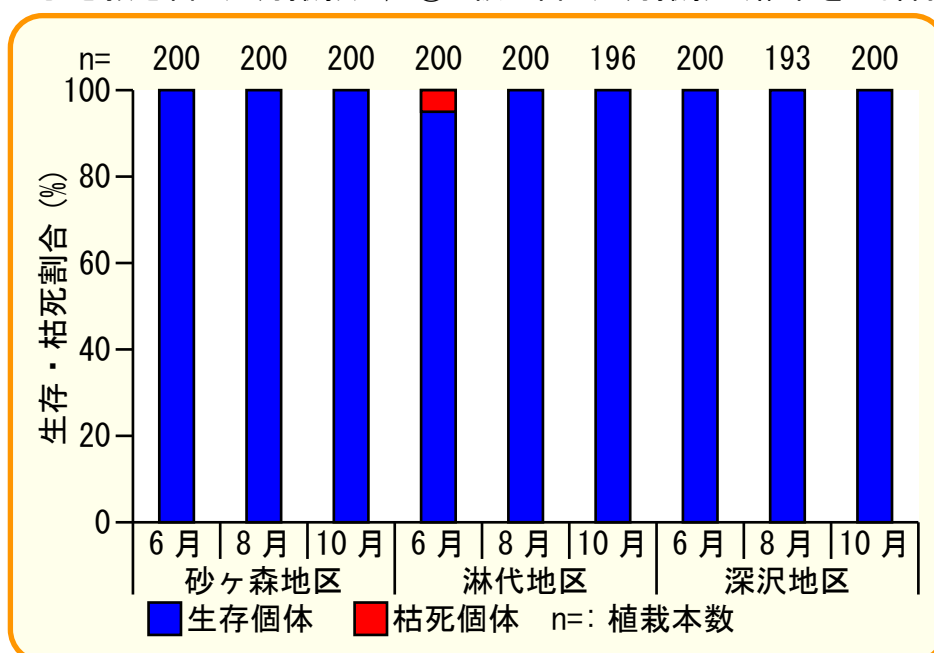


図 3-1 越冬後のコンテナ苗の生存・枯死割合

(2) 従来の植栽苗とコンテナ苗の生存率の比較

同じ調査地には、従来から用いられているハードポット苗（写真 3-2①）と裸苗（写真 3-2②）も植栽されています。なお、これらの苗は全て衝立工が行われ（写真 3-3）、植栽時の施肥も実施されています。

それぞれの越冬後の生存率はハードポット苗が $97.6 \pm 4.3\%$ 、裸苗が $90.8 \pm 12.1\%$ でした（図 3-2）。コンテナ苗の生存率は裸苗よりも有意に高く、ハードポット苗と同等でした。このことから、コンテナ苗を本県太平洋沿岸の海岸林に導入しても問題ないと考えられます。また、3-1 と同様に、衝立工も必要なく、植栽時の施肥も削減可能と思われます。



写真 3-2 ハードポット苗 (①) と裸苗 (②)



写真 3-3 植栽された 3 種類の苗 (①: コンテナ苗, ②: ハードポット苗, ③: 裸苗)
コンテナ苗以外は全て衝立工と植栽時の施肥を実施

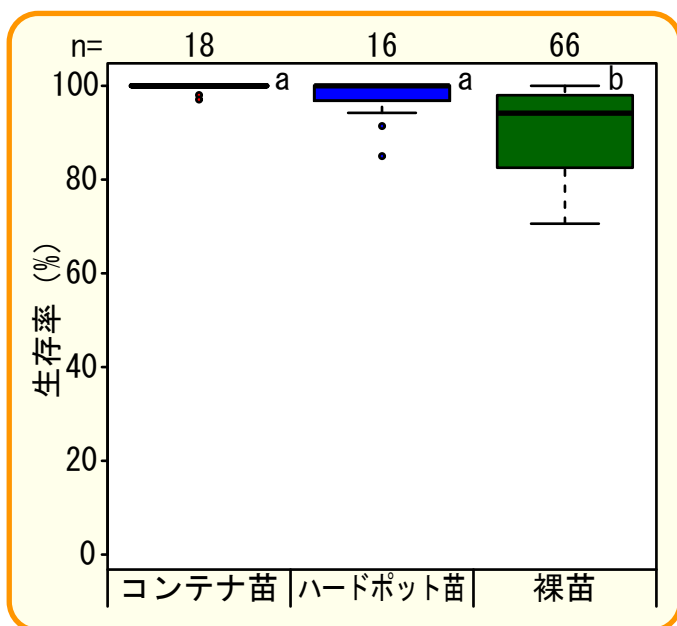


図 3-2 植栽苗 3 種類の越冬後の生存率
箱の上端：75 パーセンタイル
箱の下端：25 パーセンタイル
箱中の線：中央値
縦 棒：箱の長さの 1.5 倍の範囲内における最大値と最小値

○ : 外れ値

n : 植栽区画数

異なる符号の間で苗高に有意差がみられた。

4 コンテナ苗の成長特性

(1) コンテナ苗の計測区画

各調査地の植栽区画の配置を図 4-1 に示します。砂ヶ森及び淋代は太平洋側（海側区画）と内陸側（陸側区画）に区画を分け、深沢では、海側から 2 列目の北側（北側区画）と南側（南側区画）で区画を分けました。各調査地の区画の違いは以下のとおりです。

砂ヶ森の両区画は太平洋からの距離を除いて、植栽条件に違いはありません。淋代の海側区画はクロマツの残存林帯に挟まれており、木質チップで土壌が被覆されています。一方、陸側区画は海側に残存林帯があるものの、内陸側は 50m 後方まで残存林帯はなく、木質チップ被覆も行われていません。深沢では、南側区画は木質チップによる土壌被覆が施工されていますが、北側区画は施工されていません。各植栽区画を写真 4-1 に示します。

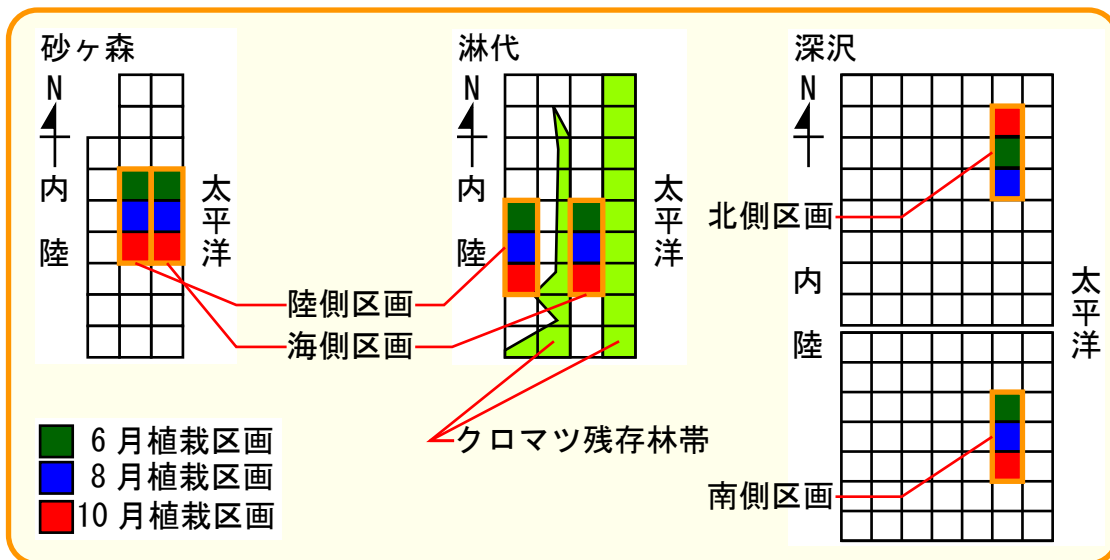


図 4-1 各調査地の植栽区画概要



写真 4-1 各調査地の植栽区画（①: 砂ヶ森海側，②: 砂ヶ森陸側，③: 淋代海側，④: 淋代陸側，⑤: 深沢北側，⑥: 深沢南側）

(2) コンテナ苗の苗高

コンテナ苗の苗高は、植栽前、2015 年 12 月、2016 年 12 月の 3 回計測しました。計測した苗は区画ごとに各 20 本です。

苗高は植栽前が 23.3 ～ 32.8cm (植栽区画・植栽月・生産地の平均値)、2015 年 12 月が 23.8 ～ 33.5cm、2016 年 12 月が 26.8 ～ 42.6cm でした。また、苗高に差がみられた要因は植栽区画 (図 4-2 上段)、植栽月 (図 4-2 中央段) 及び生産地 (図 4-2 下段) の 3 つでした。なお、衝立及び木質チップ被覆による影響はみられませんでした。

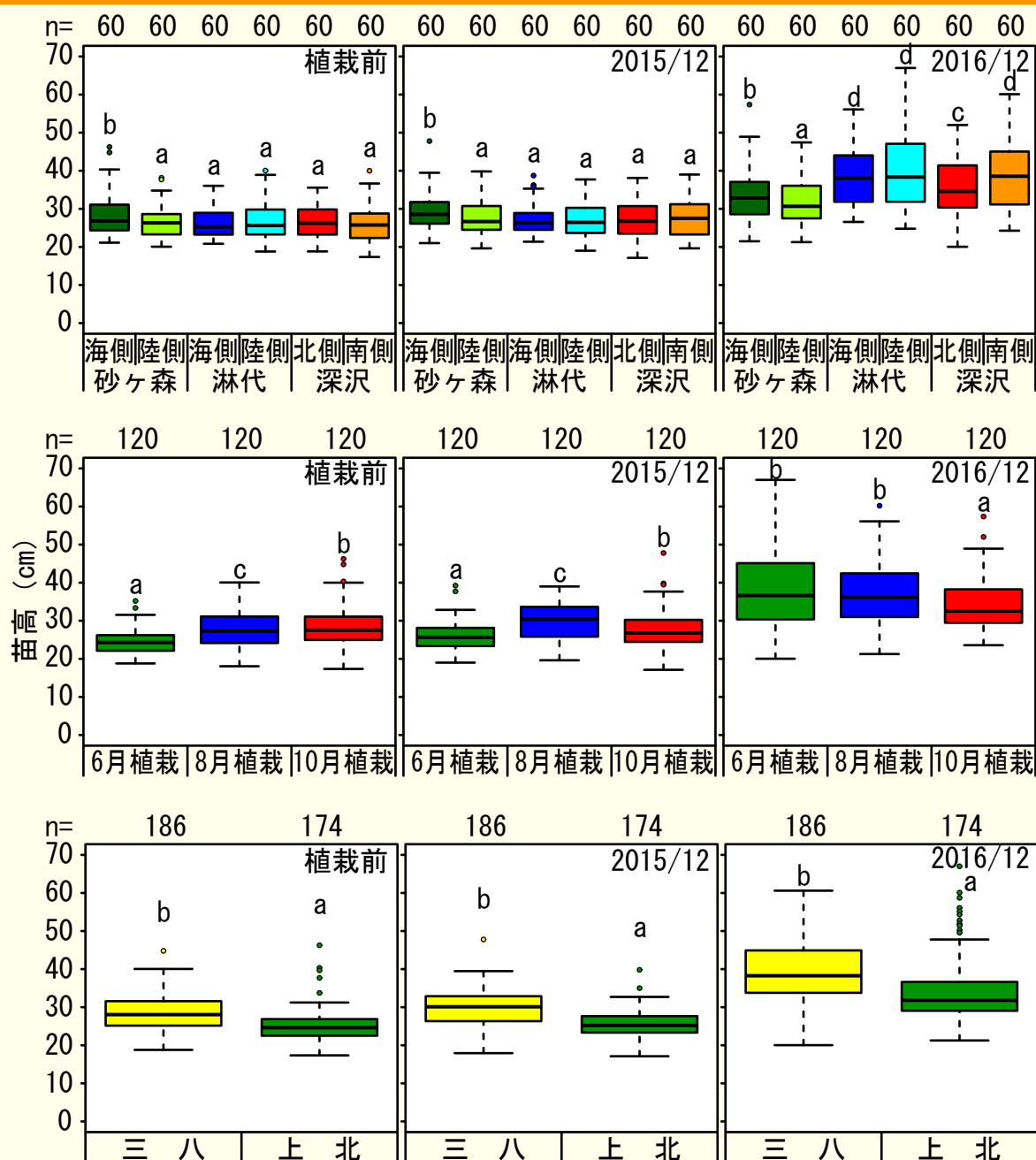


図 4-2 コンテナ苗の苗高

上段：植栽区間の比較，中央段：植栽月間の比較，下段：生産地間の比較

左列：植栽前計測，中央列：2015 年 12 月計測，右列：2016 年 12 月計測

各グラフ内の異なる符号の間で苗高に有意差がみられた。

各グラフの箱、縦棒、○の示すものは図 3-2 と同じ。

n は調査本数を示す。

植栽前（図 4-2 左列）から 2015 年 12 月（図 4-2 中央列）にかけて、苗高に大きな変化はみられず、植栽時の傾向がそのまま維持されています。その後、2016 年 12 月には植栽区画、植栽月及び生産地で変化がみられました（図 4-2 右列）。

植栽区画では淋代と深沢南側区画が最も大きくなりました。このように、植栽場所によってコンテナ苗の成長は異なるようです。どのような要因が成長に影響するのか、今後、検証が必要でしょう。

植栽月では 6 月植栽が 8 月植栽に追いつき、ともに 10 月植栽よりも大きくなっています。このことから、6 月に植栽した方が 8 月や 10 月に植栽するよりも苗高の成長には適しているようです。

なお、生産地は植栽前の時点での三八のものの方が上北よりも大きく、その後も、苗高差が維持されたままでした（図 4-2 下段）。

(3) コンテナ苗の根元径

根元径も同様に計測したところ、植栽前が 5.0 ～ 6.6mm（植栽区画・植栽月・生産地の平均値）、2015 年 12 月が 6.3 ～ 8.7mm、2016 年 12 月が 7.1 ～ 13.1mm でした。また、根元径差の要因は苗高と同様で、植栽区画（図 4-3 上段）、植栽月（図 4-3 中央段）及び生産地（図 4-3 下段）が影響しており、衝立及び木質チップ被覆は影響していませんでした。

根元径は植栽前（図 4-3 左列）から 2015 年 12 月（図 4-3 中央列）にかけて植栽区画、植栽月及び生産地で傾向の変化がみられました。また、2016 年 12 月（図 4-3 右列）になると、植栽区画と植栽月における根元径の傾向が 2015 年 12 月と異なっていました。

植栽区画（図 4-3 上段）では、植栽前は違いがみられなかったものの、2015 年 12 月には砂ヶ森海側区画が最も太くなり、淋代がそれに続きました。2016 年 12 月では、淋代陸側区画と深沢南側区画が最も太くなり、次に淋代海側区画が、さらに砂ヶ森海側区画と深沢北側区画が続いています。2016 年 12 月の結果は苗高の結果（図 4-2 右列）と類似していました。このことから、淋代海側区画や深沢南側区画のように、苗の成長に適した植栽区画があると考えられます。

植栽月（図 4-3 中央段）では、植栽前では最も細く、2015 年 12 月でも同様であった 6 月植栽の苗が 2016 年 12 月には 8 月植栽のものに追いつき、ともに 10 月植栽よりも大きくなりました。この結果も苗高と似ています。6 月植栽苗の方が根元径の成長にも有利なようです。

なお、生産地（図 4-3 下段）では、植栽前は三八の方が細かったものの、2015 年 12 月以降は三八の方が太くなっています。

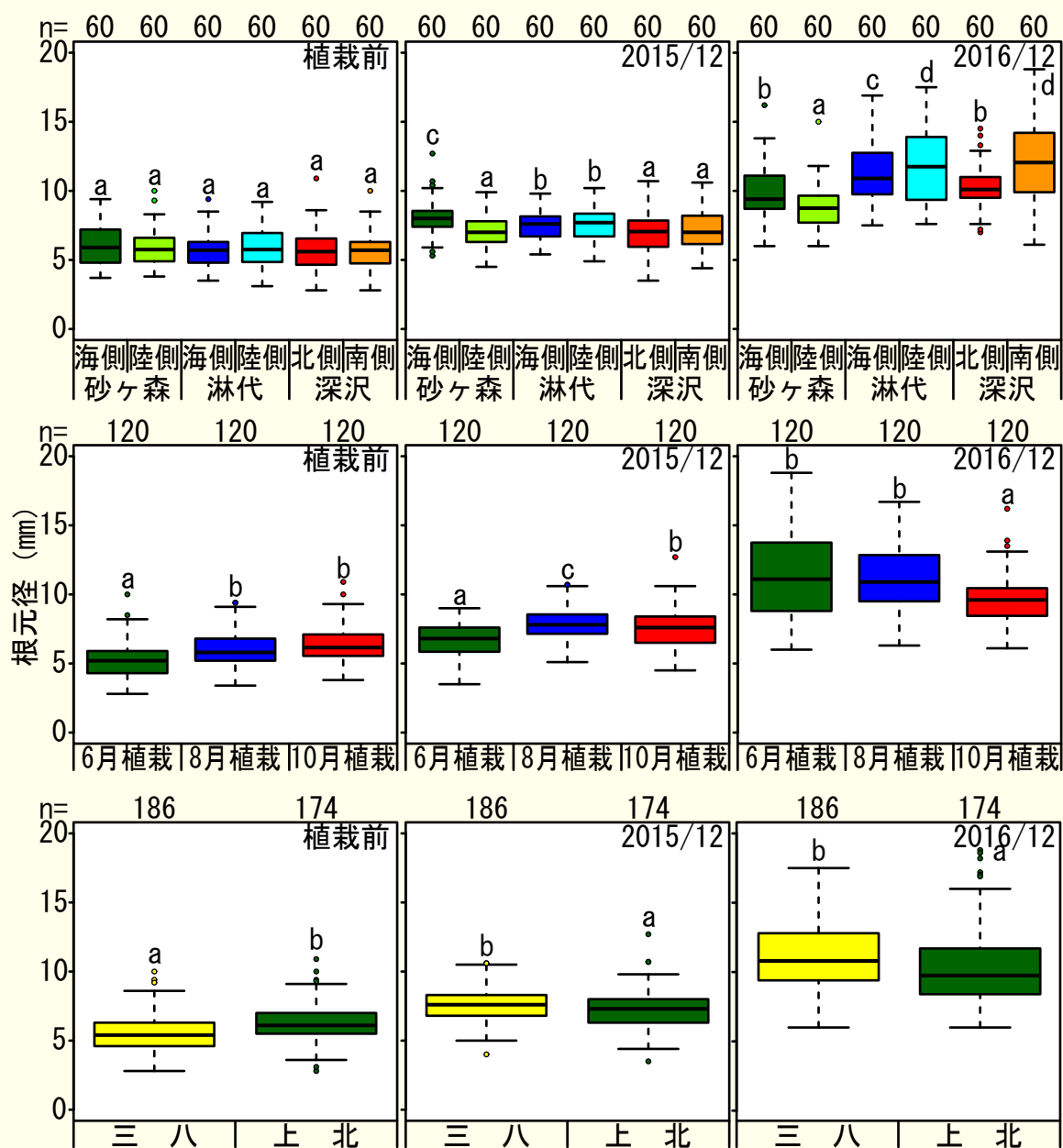


図 4-3 コンテナ苗の根元径

上段：植栽区間の比較，中央段：植栽月間の比較，下段：生産地間の比較

左列：植栽前計測，中央列：2015 年 12 月計測，右列：2016 年 12 月計測

各グラフ内の異なる符号の間で根元径に有意差がみられた。

各グラフの箱、縦棒、○の示すものは図 3-2 と同じ。

n は調査本数を示す。

5 コンテナ苗の植栽効率

(1) コンテナ苗の植栽効率の算出と植栽方法

調査地 1 区画に植えたコンテナ苗の本数、作業員数及び作業時間から、コンテナ苗の植栽効率を算出しました。なお、植栽効率は実際の植栽作業で計測した観測値から、作業員 1 人が 1 日に植えられる本数（本 / 人・日）に変換しています。ここで、1 日の作業時間は 8 時間とします。変換方法は以下のとおりとなります。

例えば、コンテナ苗 100 本を作業員 4 人で 20 分かけて植栽した場合…

$100 \text{ (本)} / 4 \text{ (人)} \times 20 \text{ (分)}$

→ $25 \text{ (本)} / 1 \text{ (人)} \times 20 \text{ (分)}$ ……1 人当りに変換

→ $75 \text{ (本)} / 1 \text{ (人)} \times 1 \text{ (時間)}$ …1 時間当りに変換

→ $600 \text{ (本)} / 1 \text{ (人)} \times 1 \text{ (日)}$ ……1 日当りに変換

植栽方法は砂ヶ森の 8 月及び 10 月植栽を除いて全て共通で、図 2-2 に示した配置になるように、ディブル（写真 5-1）を用いてコンテナ苗を植栽しました（写真 5-2）。また、砂ヶ森は重機による転圧の結果、盛土が硬く締め固められており、ディブルによる植え穴開けが困難であったことから（写真 5-3 左）、8 月及び 10 月はエンジン付きのドリルを用いて植え穴を開けました（写真 5-3 中央、右）。なお、植栽区画では衝立工も実施していますが、植栽効率の算出には含んでいません。



写真 5-1 ディブル



写真 5-2 穴開けと植え付け
ディブルを踏み込んで小さな植え穴を開け（①）、
コンテナ苗を穴に差し入れて、軽く踏む（②）



写真 5-3 土壌が硬い場合の植え付け
体重をかけてもディブルが土壌に入り込まない（①）
ディブルの使用が難しいため、エンジン付きのドリルで植え穴を開ける（②）
ドリルで開けた穴（③）

(2) コンテナ苗の植栽効率

植栽試験を実施した 18 区画の植栽効率を図 5-1 に示します。コンテナ苗の植栽効率は最大で 666.7 本 / 人・日 (淋代 8 月植栽)、最小で 240.0 本 / 人・日 (砂ヶ森 6 月植栽) となり、平均値は 449.2 本 / 人・日でした。

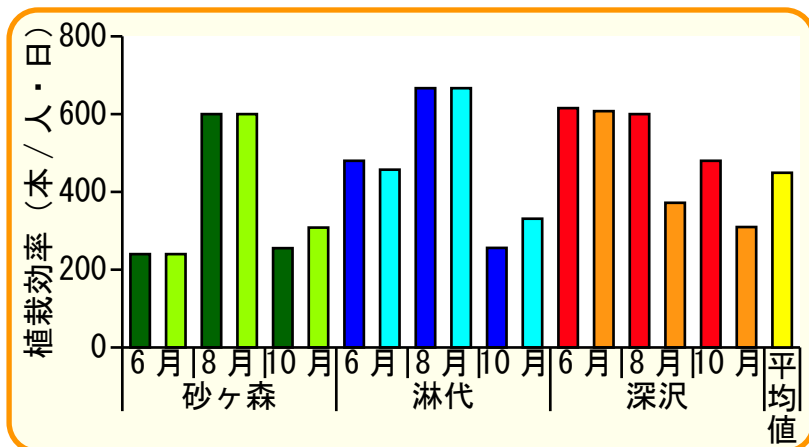


図 5-1 コンテナ苗の植栽効率
棒の色は図 4-2 及び図 4-3 の
植栽区画と同じ。

以上の結果から、植栽効率に影響を及ぼす因子を検出したところ、調査地、植栽月及びドリルの使用が植栽効率に影響していることがわかりました (表 5-1)。

表5-1 コンテナ苗の植栽効率 (本/人・日) と影響因子*

植栽月	調査地	ドリルの使用	
		有り	無し
6・8月	砂ヶ森	562.1	240.3
	淋代・深沢	—	567.6
10月	砂ヶ森	319.7	—
	淋代・深沢	—	325.2

* —は植栽の組み合わせがなかったことを示す

調査地では淋代と深沢よりも砂ヶ森で植栽効率が低下することが示されました。また、砂ヶ森においてドリルを使用した場合、植栽効率が上昇することも明らかになりました。砂ヶ森は盛土が締め固められており、ディブルによる植え穴開けが困難な調査地でした (写真 5-3)。そのため、エンジン付きのドリルを使用し、植栽効率を改善しました。これらのことから、影響因子として調査地及びドリル使用が検出されたと考えられます。

植栽月では、6・8月の方が10月よりも植栽効率が高くなりました。これは6・8月と10月で作業員が代わったことが原因かもしれません。前者にはコンテナ苗植栽の経験者が含まれ、後者には含まれていません。そのため、未経験者のみの10月で植栽効率が低下したと思われます。

(3) 従来の植栽方法とコンテナ苗の植栽効率の比較

最後に、従来の植栽方法と比較します。なお、裸苗では施肥作業、ハードポット苗ではポットへの土入れと苗をポットに差す作業も含めます。裸苗の植栽効率は 200 本 / 人・日、ハードポット苗は 107 本 / 人・日です (青森県森林整備標準歩掛)。コンテナ苗では、経験者が含まれていれば 562 本 / 人・日、未経験者だけでも 319 本 / 人・日以上です。したがって、コンテナ苗の利用により、従来の 1.6 ～ 5.3 倍の植栽効率になると考えられます。

6 海岸林のコンテナ苗利用の多様化

(1) 多様なコンテナ苗の活用

これまでの結果から、本県太平洋沿岸地域の海岸防災林の造成に1年生 300cc リブ付クロマツコンテナ苗を導入することに大きな問題はないと思われます。

現在、日本国内で購入が容易なマルチキャビティコンテナはリブ付とスリット付（写真 6-1）があり、それぞれに穴の容量（孔数）が 300cc（24 穴）と 150cc（40 穴）のものがああります。いずれのコンテナも容器の面積は 30cm×45cm です。また、価格は内部構造が同じコンテナであれば同じです。そのため、150cc コンテナの方が同じ面積で 1.67 倍の苗を生産でき、1 穴当たりの価格は 3/5 となります。このように、150cc コンテナ苗の方が生産面のメリットが高いです。そのため、海岸防災林でも 150cc コンテナ苗の活用が期待されますが、現在、海岸林造成に用いられるクロマツコンテナ苗は 300cc が主流となっています。そこで、容量と構造の異なる 4 種類のコンテナ苗を植栽し、150cc コンテナ苗の導入の可能性を検討しました。

(2) 調査地及び植栽方法

植栽試験はつがる市木造吹原地区で行いました（図 6-1）。調査地には 8m×4m の丸太静砂工が施工されています。なお、本調査地は東西方向に長いすり鉢状の海岸砂丘です。

植栽は 2015 年 12 月に実施しました。丸太静砂工の 8m×4m の区画を 10 か所設定し、各区画に 10,000 本/ha の密度で、8 行×4 列で植栽しました。全ての苗に萱簾による衝立工を施工しました。なお、植栽時の施肥は行いませんでした。

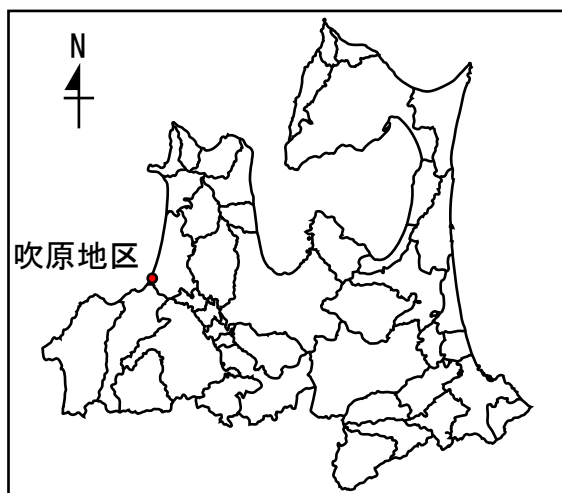


図 6-1 植栽試験地位置

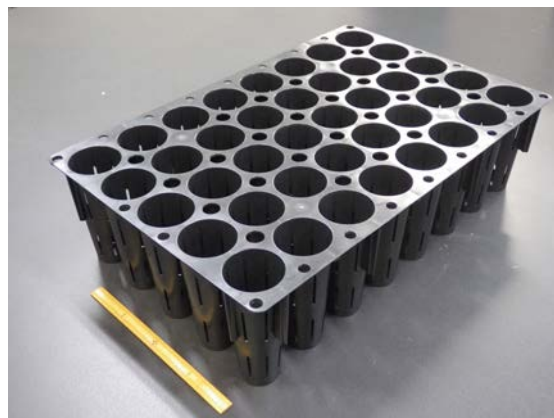


写真 6-1 マルチキャビティコンテナ（150cc スリット付）



写真 6-2 植栽区画（①：西区，②：中区，③：東区）

(3) コンテナ苗の種類と植栽区画

植栽試験に用いたクロマツコンテナ苗の種類及び植栽本数を表 6-1 に示します。植栽区画は地形などの違いから西区、中区、東区の 3 区画に分けました (図 6-2 ; 写真 6-2)。

表 6-1 コンテナ苗の種類と植栽本数及び生存率

生産地	コンテナ	苗 齢	植栽本数	生存本数	生存率 (%)
東 青	150cc スリット	当年生	12	9	75.0
		1 年生	54	49	90.7
	300cc スリット	当年生	18	15	83.3
		1 年生	54	51	94.4
	300cc リブ	1 年生	54	53	98.1
		1 年生	54	50	92.6
三 八	300cc リブ	1 年生	54	50	92.6
上 北	300cc リブ	1 年生	54	52	96.3
合 計			300	279	93.0

(4) 各種コンテナ苗とハードポット苗（従来方法）の生存率

植栽から 1 年後の 2016 年 11 月の生存率は 4 種類のコンテナ苗の間で差はみられず (表 6-1)、植栽区画、植栽列及び苗齢が影響を及ぼしていました (表 6-2)。

従来方法との比較では、コンテナ苗の生存率が $93.0 \pm 6.9\%$ 、ハードポット苗が $95.2 \pm 6.0\%$ で、両者に差はありませんでした (図 6-3)。

一方で、植栽区画によって生存率は異なり、西区・中区が $97.5 \pm 3.7\%$ に対して、東区は $88.9 \pm 6.4\%$ と有意に低くなりました。

このように、苗齢や地形に影響されるものの、コンテナの種類による生存率の差がみられないため、当年生を除いて、150cc コンテナ苗を海岸林に導入しても問題ないと思われます。また、従来方法との比較から、太平洋側よりも気象条件が厳しい日本海側への導入も期待できます。

表 6-2 植栽苗の生存率と影響因子

植栽区画	植栽列	苗 齢	生存率 (%)
西区・ 中区	1 ~	1 年生	99.2
		当年生	93.0
	4 列	1 年生	93.8
		当年生	75.0
東区	1 ~	1 年生	96.2
		当年生	65.2
	4 列	1 年生	100.0
		当年生	20.0

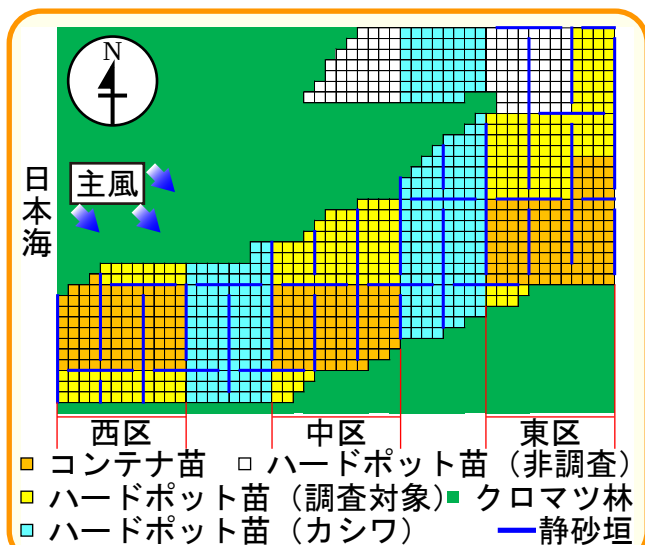


図 6-2 植栽区画概要 (つがる市)

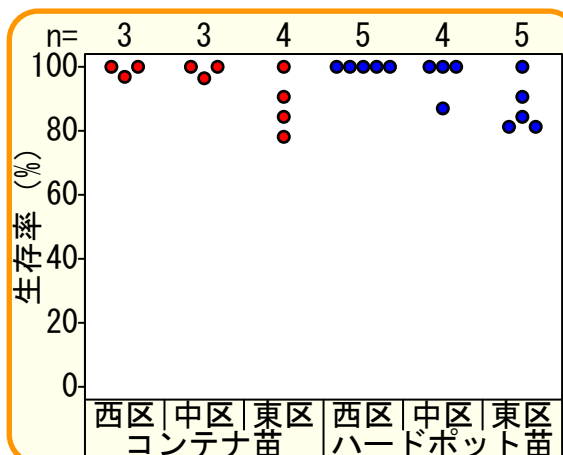


図 6-3 コンテナ苗とハードポット苗の生存率
○は生存率を示す。横に並んだ○は、同一区内に同じ生存率の区画が 2 つ以上あったことを示す。n は植栽区画数を示す。

7 コンテナ苗植栽の展望

これまでの結果から明らかになった、コンテナ苗及び従来の植栽方法で用いられていた苗の特徴について、表 7-1 にまとめました。

表7-1 海岸防災林における植栽苗3種類の特徴

苗の種類	植栽効率 (本/人・日)	生存率 (%)		衝立工		植栽時の施肥		植栽時期
		太平洋	日本海	太平洋	日本海	太平洋	日本海	
コンテナ苗	320 ~ 568*	99.7±0.8	93.0±6.9	不要	—	不要	不要	春～積雪前
ハードポット苗	107	97.6±4.3	95.2±6.0	—	—	—	—	—
裸 苗	200	90.8±12.1	—	—	—	—	—	—

* 砂ヶ森のドリル無し植栽含まず。
 — 本研究で調査していないことを示す。
 赤字は本研究で得られたメリットを示す。

表 7-1 から、コンテナ苗を利用することで得られるメリットとして以下の 4 点を示すことができます。

- ① 植栽効率の向上（従来の 1.6 ～ 5.3 倍）
- ② 衝立工（太平洋側のみ）と植栽時の施肥の削減による経費節減効果
- ③ 春～秋まで植栽可能（雪が無ければ 12 月まで（日本海側の結果含む））
- ④ 生存率から、150cc コンテナ苗でも海岸防災林へ導入可能

①、②の特徴は、海岸防災林の造成にかかる経費を直接下げる効果があります。また、③は造成計画に柔軟性を持たせることができ、繁忙期と閑散期の変動を小さくできるでしょう。④は日本海側の結果のみですが、販売価格の低廉な 150cc コンテナ苗を使うことで、苗木代の圧縮につながられると思われます。また、300cc よりも小さい苗であることから、小運搬効率の向上を経て、植栽効率の向上も期待できます。

コンテナ苗の導入は海岸防災林早期再生を促進させると考えられます。コンテナ苗利用に関する技術的課題は本調査により、概ね解決できたでしょう。今後、コンテナ苗利用が促進されてゆくことが期待されます。

発行・編集

地方独立行政法人 青森県産業技術センター 林業研究所
 〒039-3321 青森県東津軽郡平内町大字小湊字新道46-56
 TEL: (017) 755-3257, FAX: (017) 755-4494
 URL: <http://www.aomori-itc.or.jp/index.php?id=1193>
 Email: nou_ringyou@aomori-itc.or.jp

発 行 日

平成29年 3月31日



東北の元気、
日本の元気を青森から



地方独立行政法人
青森県産業技術センター 林業研究所
Aomori Prefectural Industrial Technology Research Center
Forestry and Forest Products Research Institute