

## 海岸砂地に植栽したクロマツ苗木の活着率向上のための 保水材及び客土材の使用効果

矢部 浩<sup>1</sup>・小山 敢<sup>2</sup>

### Analysis of the use of water-retaining material and mixing of the soil dressing for planting *Kuromatsu* to increase its survival ratio on a sandy coast

Hiroshi Yabe<sup>1</sup> and Kan Koyama<sup>2</sup>

**Abstract:** The use of water-retaining material and mixing of the soil dressing for planting *Kuromatsu* to increase its survival ratio on a sandy coast was analyzed. Water-retaining material in a dry state was ineffective in increasing the survival ratio of the planted tree. However, when a water-retaining material containing reabsorbed water was used, the survival ratio improved. When seedlings with water-retaining material attached to roots were used, the survival ratio of the planted tree improved. The survival ratio of the planted tree also improved with mixing of the soil dressing. This effect was commonly observed in Akadama and Kanuma soils.

#### 1 はじめに

鳥取県の沿岸砂丘地では江戸時代からクロマツ (*Pinus thunbergii* Parlature) が植林され、後背地の農地や宅地を飛砂や潮の害から守っている(村井ら, 1992)。しかし、現在は多くの海岸クロマツ林でマツ材線虫病による枯死被害(以下、松くい虫被害という。)に伴って疎林化が進んでいる。

松くい虫被害地はトベラ等の低木により植生が回復しているが、後背地の道路や畑を保全するためには高木による防風、防潮が必要である。

かつて、鳥取県において昭和初期に行われた海岸クロマツ造林は、堆砂垣・静砂垣を施工し、貧栄養で乾燥しやすい海岸砂地で相当数の苗木の枯損を想定し、早期の樹冠閉鎖を図るために1万本/ha(クロマツ 90%、ニセアカシア 10%)の高密度で植栽する方法であった(原, 1950)。

近年は、松くい虫被害でスポット的に枯損が生じた箇所に、再被害を防ぐためマツノザイセンチュウ抵抗性苗木(以下、抵抗性苗木という。)を用いて、海岸クロマツ林の再生が図られている。抵抗性苗木は通常の苗木に比べて割高になることから、公共事業等では、以前よりも低密度(5千本/ha)の補植を確実に行う方針がとられている。具体的には沙漠緑化で使用実績のある保水材(遠山ら, 1983; 奥村ら, 1990)が海岸砂地での造林に導入されるようになった。

しかしながら、活着成績の良くない場合も多々見受けられ、保水材を用いた補植技術が確立されているとは言い難い。

そこで本研究では、過乾燥となる海岸砂地でスポット的に植栽された苗木の活着率を高めることを目的として、保水材の使用方法について検討した。ま

た、保水効果があると思われる数種類の客土の導入についても併せて検討したので報告する。

#### 2 材料と方法

近年、抵抗性苗木と共に使用されるようになった保水材の使用方法及び客土材料の違いが植栽木の活着及び成長に与える影響をみるため植栽試験を行った。

##### 2.1 試験地の概要

試験地は鳥取県鳥取市気高町八束水地内の北向きの海岸斜面で汀線から約50m内陸部の国道に沿った砂丘上に位置する(図 1a,b)。土壌型は砂丘未熟土壌である。最寄りの気象観測所(鳥取地方気象台青谷観測所 標高 13m)におけるアメダスデータによる年

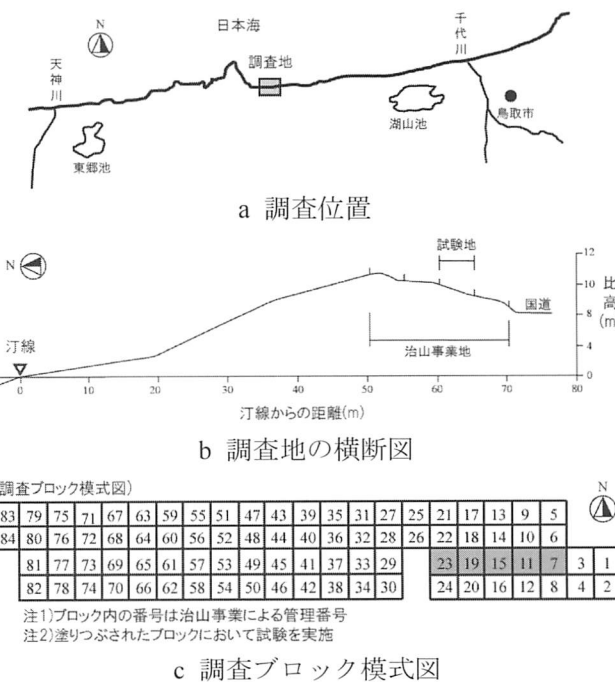


図1: 調査地の概況

<sup>1</sup> 鳥取県農林水産部農林総合研究所林業試験場

Tottori Prefecture Forestry Research Center, 113, Inatsune, Tottori, Tottori, 680-1203, Japan

<sup>2</sup> 鳥取県農林水産部, Tottori Prefecture Department of Agriculture, Forestry and Fishery, 1-220, Higashimati, Tottori, Tottori, 680-8570, Japan

\*Corresponding author: yabe-h@pref.tottori.jp

降水量の平年値は 1,945 mm, 年平均気温の平年値は 14.4℃である(鳥取地方気象台, 2012). 試験地は松くい虫被害を受け, 樹高 3~4mのクロマツが僅かに残っており, 平成 22 年度に治山事業により 5m×10m の長方形の静砂垣が 84 ブロック設置されている(図 1c). 試験地では, コウボウムギやハマヒルガオなどの砂丘草本が僅かに出現している.

## 2.2 試験設定

試験は, 保水材を 3 種類の異なる方法で使用する場合と 3 種類の客土資材を混合する場合に対照として保水材及び客土を使用しない場合を含めた合計 7 処理を設定した. 各処理の具体的な内容については, 表 1 のとおりである. 保水材は近年県内で使用実績のあるアクリル酸系高分子物質を主成分とする保水材を用いた. 供試保水材の吸水倍率は約 90 倍, 平均気温 24℃のガラス室内で水分補給を行わない場合の保水期間は約 6 日間である.

なお, 鳥取県内で実施される公共事業において一般的に使用される保水材は「粒状保水材」である.

試験にあたっては, 治山事業により設置された静砂垣の海側から 3 番目のブロック列のうち 5 ブロックを使用した(図 1c). 植栽にあたっては, 直径約 30 cm, 深さ約 30 cm の植穴から掘り上げた約 21 リットルの砂を 25 リットルの容器に入れ, 表 1 に示す所定量に調整し, 保水材または客土を加えて, 十分に攪拌, 混合した後, 用土として使用した. 植栽木は山口県産のマツノザイセンチュウ抵抗性品種の 2 年生苗を使用し, 2012 年 3 月 29 日に植栽を行った. 植栽配列については, 1 ブロック内に表 1 の 7 処理をランダムに配置した 1 列 7 本の植栽列を設定し, 4 列繰り返した. 植栽間隔は約 1.5m で, 1 ブロックあたりの植栽本数は 28 本であり, 植栽密度は 5,600 本/ha である.

## 2.3 調査方法

ブロック毎に植栽木の樹幹長を測定するとともに針葉の展開状況及び枯死本数を確認した. 植栽木の根元直径と T/R 率等については測定しなかった. 針葉の展開状況は, 新梢主軸の針葉の展開に応じて, 展開がないものを「展葉なし」, 展開が始まっているものを「展葉中」, 展開を終えたものを「展葉終了」とした.

とした.

調査は 2012 年 4 月から 11 月にかけて毎月初めにを行い, 4 月に調査をした各調査項目の値を植栽時の値として記録した.

11 月調査時点で, 植栽木の主軸から当年針葉を 3 対採取し, 1 対の針葉のうち長いものの針葉長を測定して, 3 対の針葉長の平均をその植栽木の「針葉長」として記録した.

また, 試験ブロックの東側から 4 ブロック目の海側から 2 列目において, 試験地の水分状態を調査するため, テンシオメータを設置し, 10 cm 深の土壤吸水圧を調査期間中 30 分間隔で記録した.

## 3 結果

### 3.1 調査期間中の気象状況

調査地から西に約 5 km 離れた位置にある鳥取地方気象台青谷観測所で観測された調査期間中の月別の

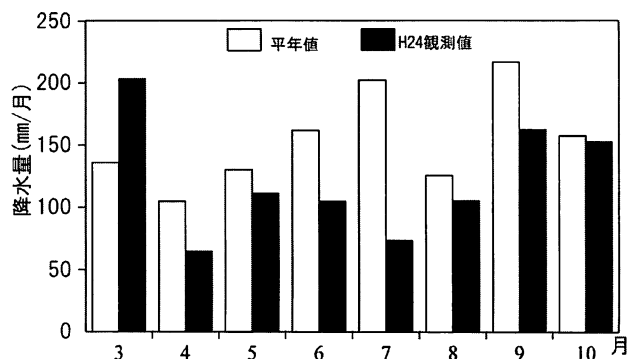
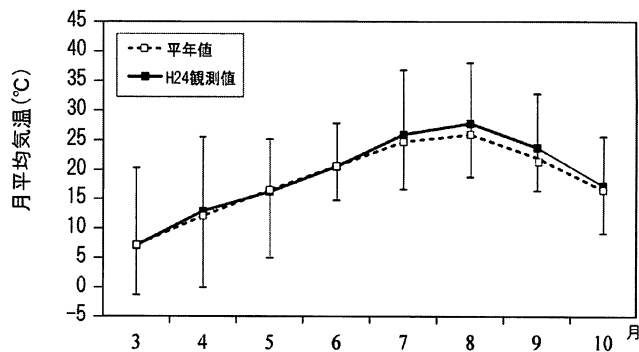


図 2：調査期間中の月別降水量



(注) 高低線は H24 観測値における当月の最高気温及び最低気温を示す

図 3：調査期間中の月平均気温の推移

表 1 植栽試験の処理内容

処理区分	使用資材	植栽木 1 本あたりの資材使用量	資材の使用方法
対照区	現地砂	20%	保水材及び客土を使用せず, 現地砂のみを用土とした
粒状保水材	現地砂, 保水材	20%, 30g	購入時の乾燥状態の保水材を現地砂に混合して用土とした
吸水保水材	現地砂, 保水材, 水道水	20%, 30g, 2%	保水材と水道水を混合し, 吸水した状態の保水材を現地砂に混合して用土とした
根付保水材	現地砂, 保水材, 水道水	20%, 7.5g, 0.5%	15% 容器中に保水材 150g と水道水 10% を混合して吸水させた後, 植栽木 20 本の根をまとめて浸漬させ, 1 本毎に引き抜き, 根に保水材を付着させた状態で植穴に入れ現地砂で埋め戻した. 植栽後, 容器に残留した保水材は廃棄した
真砂土	現地砂, 真砂土	15%, 5%	購入時の自然含水状態のまま現地砂に混合して用土とした
赤玉土	現地砂, 赤玉土	15%, 5%	購入時の自然含水状態のまま現地砂に混合して用土とした
鹿沼土	現地砂, 鹿沼土	15%, 5%	購入時の自然含水状態のまま現地砂に混合して用土とした

降水量を図 2 に、月別の平均気温を図 3 に示す(鳥取地方気象台, 2012). 降水量は3月を除く全ての月で、平年値を下回り、特に7月の降水量は平年値に比べ36%と少なかった. 植栽後の苗木の水分要求について、宮崎(1957)による苗畑での灌水間隔を参考にすると、砂質土で3~5日を目安に灌水するとあり、5日をひと区切りとして、連続無降水日が5日を越えた回数を見ると、4月は2回、5月は3回、6月は2回、7月は2回、8月は1回、10月は1回あった. 特に、7月から8月にかけて連続無降水日が17日、8月下旬に連続無降水日が13日連続して発生している.

月平均気温は、3月から6月にかけては平年並みで、7月から10月は平年値よりも高かった(図 3). 特に8月は日最高気温が観測所の観測史上1位を更新する日がある猛暑であった.

また、調査期間中の土壌水分吸水圧を pF に変換すると、pF2.5 から 3.2 の間を変動しており、観測値が記録された日数130日のうち27日が毛管連絡切断点となる pF2.7 以上であった. 特に7月下旬から8月上旬にかけて pF2.7 を越える日が17日間連続していた.

### 3.2 植栽木の枯死状況

植栽から7ヶ月経過後の処理区別の枯死率及び樹幹生長量を表 2 に示す. 枯死率は対照区が75%と最も高くなった. 次に、保水材使用区では根付保水材20%、吸水保水材30%、粒状保水材70%の順に枯死率が高くなり、粒状保水材を除いて対照区に対して有意差がみられた( $\chi^2$ 検定  $p < 0.01$ ). また、客土使用区では鹿沼土10%、赤玉土10%、真砂土35%の順に枯死率が高くなり、全ての処理区で対照区に対して有意差がみられた( $\chi^2$ 検定  $p < 0.05$  及び  $p < 0.01$ ). 月別に枯死率の推移を見ると、対照区及び粒状保水材では植栽から3ヶ月経過後の7月から枯死が発生し、9月から10月にかけて急激に高くなっている(図 4). 一方、他の処理区では植栽から5ヶ月経過後の9月から枯死が始まり、真砂土及び赤玉土は10月まで、吸水保水材、根付保水材及び鹿沼土は11月まで枯死が発生した.

### 3.3 植栽木の樹幹生長量

苗木の植栽時の平均樹幹長は  $22.2 \pm 3.3$  cm(平均値

±標準偏差)であり、各処理に供した苗木間に有意な差はなかった(表 2, 分散分析,  $p > 0.05$ ).

植栽から7ヶ月経過後の処理区別の平均樹幹生長量は、 $13.1 \pm 2.9$  cmから  $16.4 \pm 3.8$  cm(平均値±標準偏差)とばらつきはあったものの、最終的に処理区分の違いによる差はみられなかった(表 2, 分散分析  $p > 0.05$ ).

処理区別に当年平均生長量に対する調査月別の平均生長量の比率の推移を図 5 に示す. 根付保水材は植栽から2ヶ月経過後の6月には当年平均生長量の90%の生長量となった. また、根付保水材、対照区及び粒状保水材を除く処理区では、植栽から3ヶ

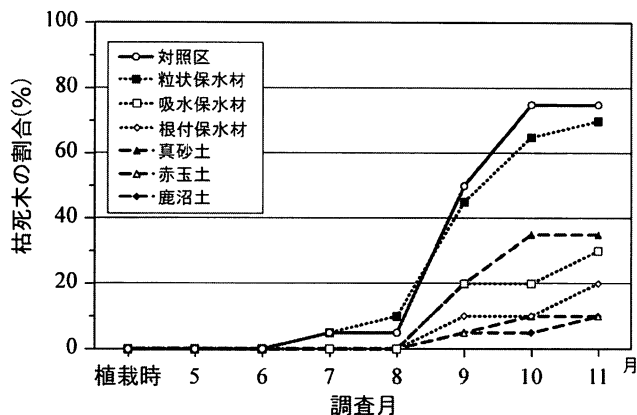


図 4: 調査期間中の処理区別の枯死木の発生状況

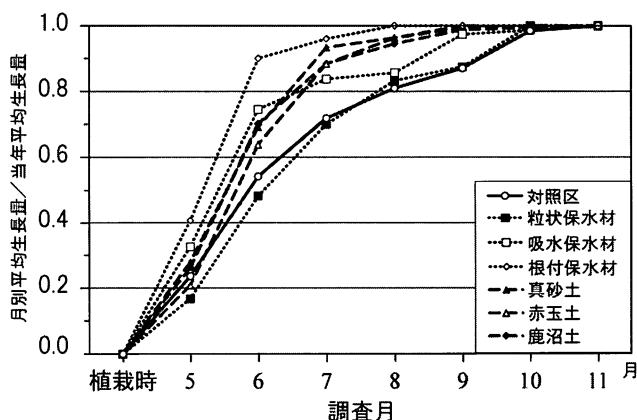


図 5: 処理区別の当年平均生長量に対する月別平均生長量の比率の推移

表 2 植栽から7ヶ月経過後の処理区別の枯死率及び樹幹生長量 (平均値±標準偏差)

処理区分	供試本数 (本)	植栽時樹幹長 (cm)	枯死本数 (本)	枯死率 (%)	樹幹生長量 (cm)
対照区	20	22.2±2.7	15	75	13.1±2.9
粒状保水材	20	22.9±3.3	14	70	14.3±3.1
吸水保水材	20	22.1±3.6	6	30 **	15.3±3.8
根付保水材	20	24.0±3.4	4	20 **	15.0±6.4
真砂土	20	22.1±4.2	7	35 *	13.6±4.2
赤玉土	20	21.3±3.3	2	10 **	16.3±3.6
鹿沼土	20	21.4±2.2	2	10 **	16.4±3.8

\* : カイ二乗検定で対照区と比較して有意差あり ( $p < 0.05$ )

\*\* : カイ二乗検定で対照区と比較して有意差あり ( $p < 0.01$ )

月経過後の7月には当年平均生長量の80%以上の生長量となり、9月には根付保水材を含めて当年生長量の97%以上となった。一方、対照区及び粒状保水材は、他の処理区に比べ植栽時からの立ち上がりが緩やかであり、他の処理区で生長がほぼ停止した9月以降も生長が続いていた。

### 3.4 植栽木の展葉状況

処理区別に調査期間中の月毎の展葉状況を図6に示す。粒状保水材及び赤玉土を除く全ての処理区で植栽から1ヶ月経過後の5月から展葉がみられ始めた。植栽から3ヶ月経過後の7月の展葉中または展葉を終えた個体の割合をみると、対照区では45%、粒状保水材では55%となり、他の処理区が85~90%

であったのに対して低くなる傾向にあった。

また、植栽から7ヶ月経過後の11月の展葉状況を見ると、展葉を終えた個体の割合は対照区では35%、粒状保水材では40%であり、他の処理区が75%から95%であるのに対し有意に低かった( $\chi^2$ 検定  $p<0.05$ )。

### 3.5 植栽木の針葉長

枯死木を含めた処理区別の平均針葉長を表3に示す。平均針葉長は、粒状保水材、対照区、吸水保水材、真砂土、根付保水材、赤玉土、鹿沼土の順に大きくなり、処理間で有意な差がみられた(分散分析  $p<0.05$ )。

また、試験地外に平成22年度に植栽され、健全に生育しているクロマツ植栽木の当年針葉の平均針葉

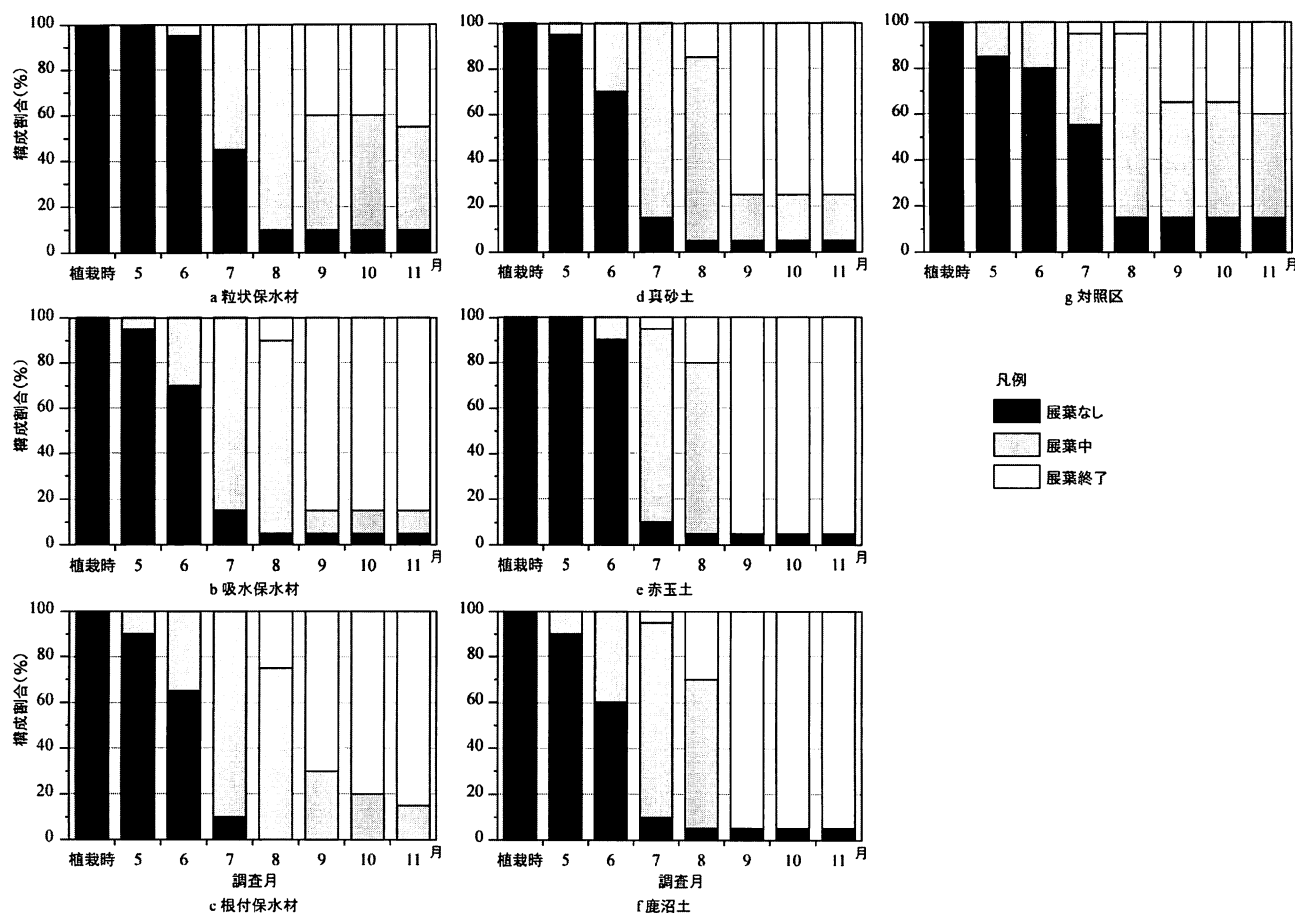


図6：処理区別の展葉状況の内訳の推移

表3 植栽から7ヶ月経過後の処理区別の平均針葉長(平均値±標準偏差)とTurkey検定による検定統計量

処理区分	平均針葉長 (cm)	Tukey検定による検定統計量					
		対照区	粒状 保水材	吸水 保水材	根付 保水材	真砂土	赤玉土
対照区	2.7±2.3						
粒状保水材	2.5±1.8	0.2931					
吸水保水材	4.1±1.8	2.3680	2.6611				
根付保水材	4.7±2.0	3.4712 *	3.7643 **	1.1032			
真砂土	4.6±1.7	3.2388 *	3.5318 **	0.8707	0.2324		
赤玉土	5.3±1.6	4.4017 **	4.6948 **	2.0337	0.9305	1.1630	
鹿沼土	6.3±1.9	6.0388 **	6.3319 **	3.6708 **	2.5676	2.8000	1.6371

\* : 有意差あり ( $p<0.05$ ) \*\* : 有意差あり ( $p<0.01$ )

長(8.6±2.0 cm(平均値±標準偏差; n=45))を基準にして(以下、基準針葉長という.)、各植栽木から採取した針葉の平均針葉長について、基準針葉長に対して70%未満となる6 cm未満のものを「短葉個体」、6 cm以上のものを「通常個体」として、処理区分別に植栽から7ヶ月経過後における短葉個体の占める割合をみた(図7)。その結果、生残木では粒状保水材100%、根付保水材86%、真砂土77%、吸水保水材71%、赤玉土61%、対照区60%、鹿沼土39%の順に短葉個体の占める割合は低くなり、鹿沼土と粒状保水材、根付保水材及び真砂土の間に有意な差がみられた( $\chi^2$ 検定  $p<0.05$ )。また、枯死木のうち短葉個体が占める割合は、根付保水材を除く全ての処理区で100%であり、根付保水材では75%となった。

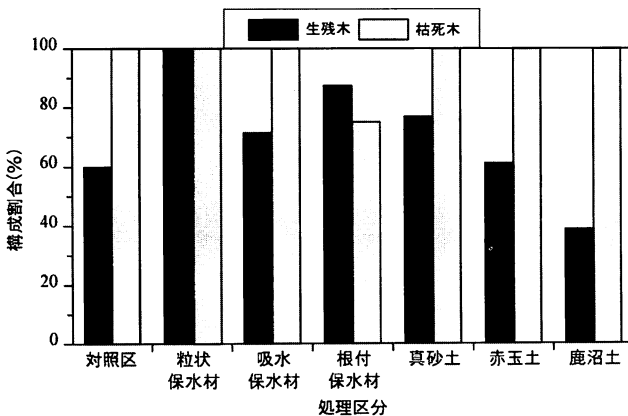


図7: 処理区分別の植栽から7ヶ月経過後において短葉個体が占める割合

#### 4 考察

調査期間中は、高温少雨の条件下にあり、月別の降水量は総じて平年値の36%から97%と少なく、10日以上連続無降水日も2回発生していたことから、植栽木の生育には厳しい気象環境であった。試験地は国道沿いの砂丘上という本来植栽地としては不適切な場所であることに加えて生育期間中の高温少雨のため、対照区の枯死率は75%と高い水準となった。

調査期間中の観察から、枯死した個体は、新梢や新葉から萎れがみられ、葉色が赤褐色へと変色していくことから、枯死は干害によるものと思われた(渡辺ら, 1971; 日本緑化センター, 1996)。なお、松くい虫被害による可能性も考慮して、枯死木からランダムに8本を選定し、マツ材線虫病診断キットによる検査を行ったが、マツノザイセンチュウは検出されなかった。

保水材の使用法による活着率への効果をみると、粒状保水材の枯死率は70%となり、対照区と差はなく、効果はみられなかった。一方、吸水保水材と根付保水材の枯死率はそれぞれ30%、20%となり、活着率向上の効果がみられた。

客土についてみると、今回用いた3種類の客土の全てで活着率向上の効果がみられ、特に赤玉土及び鹿沼土の枯死率は両者とも10%と低く、効果が顕著であった。

植栽木の生長をみると、植栽木は展葉していないものを含めて全体の95%の個体で植栽から1ヶ月以内に上方生長が確認され、植栽直後から生長活動が始

まっていたと思われる。単節型の生長様式をとるクロマツの場合、当年の新梢の伸びは前年に作られた冬芽によってあらかじめ決められている(鈴木, 2004)。植栽から7ヶ月経過後の生長量について処理区分による差はみられなかったことから、どの処理においても当年分の伸長を果たしたと考えられたが、その生長過程において差が生じていた。対照区、粒状保水材を除く全ての処理区の植栽から5ヶ月経過後の生長量は当年生長量の97%以上となっており、これらの処理区では8月末には、当年の生長をほぼ終えていると言える。一方、対照区と粒状保水材では、植栽から7ヶ月経過後の樹幹生長量は他の処理区と差はなかったものの、他の処理区では生長を終えたと思われる9月以降も生長が続いており、他の処理区に対して生長の遅れがみられた。対照区と粒状保水材における生長の遅れは、植栽から2ヶ月経過後の5月から顕著になりはじめること、植栽から3ヶ月経過後においても展葉しない個体がほぼ半数あり他の処理区に比べて遅れる傾向にあること、また、6月から枯死木が発生し始めることから、この2処理区では植栽後1ヶ月から3ヶ月の間に水分不足による活着不良を起こしていたと考えられた。

このことから、海岸砂丘地で乾燥状態の保水材を混合しても降雨により供給された水分は保水材の初期吸収で消費され、苗木の活着には有効に働いていないと推察された。保水材を使用しない場合または保水材を乾燥状態のまま使用する場合は、植栽直後から充分灌水を行うことが必要であろう。一方、保水材をあらかじめ吸水させた状態で用土に混合すれば、苗木は植栽直後から水分を利用できる環境にあるため活着率が向上したと思われる。特に、吸水させた保水材を根につける方法では、使用する保水材の量も少なく、かつ、用土に混合する手間も他の処理に比べて短いことから有効な方法であると思われる。

また、客土のうち赤玉土や鹿沼土は保水性に優れた資材であることが知られている(矢橋ら, 1992; 劉ら, 1997)。今回の試験では植穴の体積に対して約24%に相当する量の客土を混合していることから、土壌の保水力の向上が図られ、植栽直後の降雨により供給された水分を充分保持することができ、植栽当初に苗木が必要とする水分が土中に保たれたことが活着率の向上につながったと考えられた。

保水材と客土の効果を比較すると、枯死率については粒状保水材を除いて各処理間で統計的に有意な差はなく( $\chi^2$ 検定  $p>0.05$ )、樹幹生長量についても処理間に差はみられなかった(分散分析  $p>0.05$ )。しかしながら、植栽木の針葉長をみると保水材を使用した場合は客土を使用した場合に比べ、短葉個体の割合が高くなる傾向にあった。クロマツの針葉長は水ストレスや栄養状態により異なるという報告があることから(北海道林試, 2010, 齋藤ら, 2005)、保水材を使用した場合、植栽当年の生長量には影響はないものの、強い水ストレスを受けているか又は貧栄養状態にあると推察される。針葉長が短くなれば光合成を行う葉の面積が短くなることから、今後の生長が滞る可能性がある。今後、継続して調査が必要であろう。

## 5 おわりに

海岸砂地におけるクロマツ苗木の活着率向上を目指して、保水材の使用法と数種類の客土の導入について対照区の大半が枯死する厳しい条件下で比較試験を行い、以下のことがわかった。

- ① 保水材は、初期灌水による十分な給水がなく天水のみに頼る方法では、海岸砂地におけるクロマツ苗木の活着に効果がない。
- ② あらかじめ十分に吸水させた保水材を用いることで活着率を高めることができる。特に本研究で提案した吸水した保水材を苗木の根に付着させる方法は活着率が高く、単に吸水した保水材を用土に混合するよりも作業性、経済性に優れている。
- ③ 保水効果の期待できる客土として鹿沼土又は赤玉土を使用した場合は、活着率は申し分ないものの、保水材を根に付着させる方法に比べて作業性、経済性がやや劣っている。

ただし、今回は植栽当年の活着率と生長量の試験結果であるため、保水材の利用が今後の苗木の成長にどのような影響を与えるかについても継続調査したうえで、保水材の有用性を吟味する必要がある。また、合成樹脂系材料からなる保水材については、塩濃度の増加とともに著しく保水効果が減少することが報告されている(村井ら, 1988; 中尾ら, 1987)。海岸砂地では同様のことが懸念されるため、今後は保水材の効果の継続性についての検討も必要である。

## 引用文献

- [1] 原 勝(1950): 砂防造林, 朝倉書店, 257pp.
- [2] 北海道林業試験場(2010): 平成 22 年度北海道林業試験場年報, pp.44.
- [3] 宮崎 榊(1957): 図説苗木育成法, 株式会社高陽書院,

424pp.

- [4] 村井 宏・石川正幸・遠藤治郎・只木良也(1992): 日本の海岸林, ソフトサイエンス社, 513pp
- [5] 村井 宏・高橋富彦・SuhayITANI(1988): 保水材・被覆材の保水および植物の生育に及ぼす効果についての研究. 緑化工技術, 13(2), pp.1-18.
- [6] 中尾登志雄・黒木嘉久(1987): 高分子保水材による砂土の保水性改良. 日林九支研論集, 40, pp.155-156.
- [7] 奥村武信・段 克勤・田中一男・仲山昭彦(1990): 砂地造林における高分子保水剤利用に関する研究, 日本緑化工学会誌, 16(1), pp18-27.
- [8] 劉 軍・雨宮悠・矢橋晨吾(1997): 赤玉の保水特性に関する研究, 千葉大園学報 第 51 号, pp. 161-165.
- [9] 齋藤 護・真田 勝(2005): 樹木に対する札幌コンポスト施用試験, 北方林業 Vol.57 No.3, pp10-15.
- [10] 鈴木和夫(2004): マツ林の生態と成長特性, グリーン・エージ No.364 号, 財団法人日本緑化センター, pp. 8-11.
- [11] 鳥取地方気象台(2012): 観測資料
- [12] 遠山証雄・竹内芳親・中山吉彦・黒柳直彦・北村栄・吉岡武男・杉本勝男(1983): 保水剤利用による乾燥地緑化に関する研究(第 2 報)砂地無かん水でのアクリル系吸水性高分子物質混合による緑化樹の活着, 砂丘研究, 30(2), pp270-275.
- [13] 渡辺資仲・堀内孝雄・高橋喜平(1971): 気象害から樹木を守る, 社団法人全国林業改良普及協会, pp. 221
- [14] 矢橋晨吾・雨宮悠・高錫九・高橋悟・田中弥寿男(1992): 園芸用土の物理性に関する研究 1. 鹿沼土の間隙構造と水分特性, 千葉大園学報 第 46 号, pp.129-134.
- [15] 財団法人日本緑化センター(1996): 新・樹木医の手引き, 財団法人日本緑化センター, 475pp.

[受付 平成25年6月7日, 受理 平成25年9月20日]