

# 海岸砂地におけるクロマツ植栽のための効果的な保水材の使用法の検討

矢部 浩

Study on how to use effective water retaining material for planting black pine on coastal sandy soil

Yabe Hiroshi

## 要旨

海岸砂地に植栽されるクロマツ苗木の生残率を高めるために、植栽時に用土に混入する保水材の使用法を検討した。

乾燥状態の保水材は、クロマツ苗木の生残率を高める効果が認められなかった。しかし、あらかじめ水を吸収させた保水材を使用すると、クロマツ苗木の生残率が向上した。また、吸水した保水材をクロマツ苗木の根に直接付着させる方法は、用土に保水材を混合する方法に比べて作業性が良く、使用する保水材の量は少なくなった。

Keyword: クロマツ、海岸植栽、保水材

## 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 Parlatores*) が植林され、後背地の農地や宅地等を飛砂や潮の害から守っている(村井ら、1992<sup>1)</sup>)。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。)により疎林化が進んでいる。

松くい虫被害地は低木性広葉樹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 10,000 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<sup>2)</sup>)。

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(5,000 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<sup>3)</sup>;奥村ら、1990<sup>4)</sup>)が海岸砂地での造林に導入されている。

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、保水材の使用法について検討した。

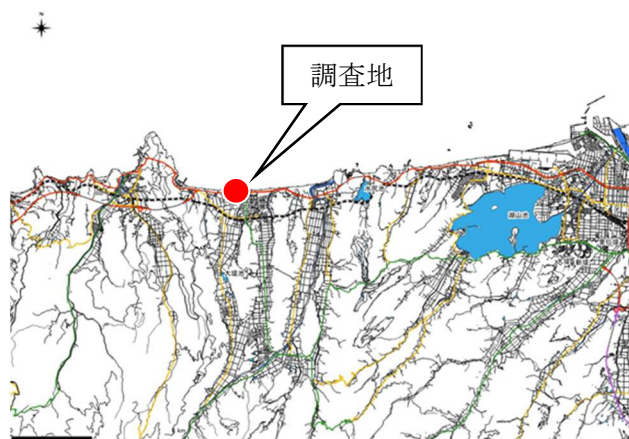
## 2 材料と方法

### 2.1 試験地

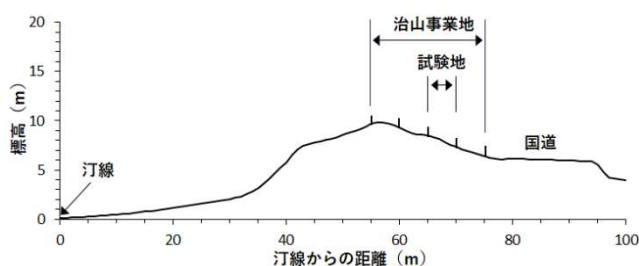
試験地は鳥取砂丘から西に約 20km 離れた鳥取市気高町八束水地内の北向きの海岸斜面で、汀線から約 50m 内陸部の国道に沿った砂丘上に位置する(図1a、b)。土壌型は砂丘未熟土壌である。最寄りの気象観測所(鳥取地方気象台青谷観測所 標高 13m)におけるアメダスデータによる年降水量の平年値は 1,945mm、年平均気温の平年値は 14.4℃である(鳥取地方気象台、2012<sup>5)</sup>)。林況は、主林木であったクロマツが松くい虫被害を受け、樹高 3

～4mのものを僅かに残すのみであり、林床に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。

2010年に治山事業により5m×10mの長方形の静砂垣が84ブロック設置されており、このうち植栽木が全て消失した5ブロックを試験に用いた(図1c)。



a 調査位置



b 調査地の横断面図



c 調査地の遠景(試験ブロック位置)

図1 調査地の概況

## 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、対照として保水材を使用しない場合の合計4処理を設定した。各処理の具体的な内容につ

いては、次のとおりである。

処理① 保水材30gを購入時の乾燥状態のまま(図2a)現地砂に混合して用土とする(以下、粒状保水材という)。

処理② 保水材30gと水2リットルを混合し、十分に吸水した状態(図2b)の保水材を現地砂に混合して用土とする(以下、吸水保水材という)。

処理③ 15リットル容器中で保水材150gと水10リットルを混合させて保水材に十分吸水させた後、植栽木20本の根系部分をまとめて浸漬させ(図2c1)、1本毎に引き抜いて、根に保水材を付着させた状態(図2c2)で植栽する(以下、根付保水材という)。

処理④ 対照区として保水材を加えず、現地砂のみを用土とする(以下、対照区という)。

試験に供した保水材は、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ものである。供試保水材の吸水倍率は約90倍、平均気温24°C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な保水材の使用方法は「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、植孔は直径約30cm、深さ約30cmとした。また処理①及び②では、植孔から掘り上げた砂を25リットルの容器に入れ、所定量の保水材を加えて、十分に攪拌、混合した後、用土として使用した。植栽木は抵抗性苗木である山口県産のキララマツの2年生裸苗を使用した。植栽は、2012年3月29日に行った。植栽配列については、1ブロック内に1列7本の植栽列を4列設定し、植栽列毎に①から④までの処理を行った植栽木各1本をランダムに配置した。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。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。植栽木の枯死については、針葉全体が褐変するとともに、根元部分の樹皮を薄く剥いだ際に、形成層が緑色でないものを「枯死」と判定した。調査は2012年4月から11月にかけて毎月初めに行い、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。

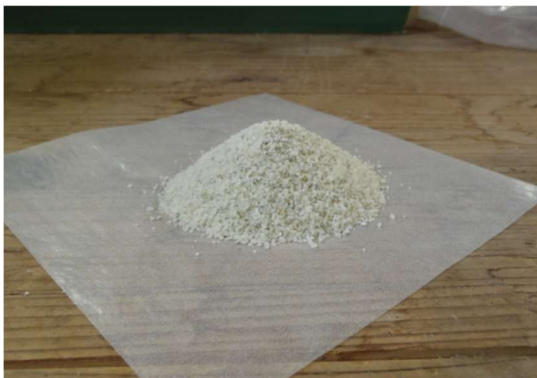
また、試験地の東側から4ブロック目で海側から2列目のブロックにおいて、土壌の水分状態を調査す

るため、テンシオメータ(大起理化工業(株)製 DIK-3031)を設置し、10cm 深の土壌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 5km 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降水量を図3に、月別の平均気温を図4に示す(鳥取地方気象台、2012<sup>5)</sup>)。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<sup>6)</sup>)による苗畑での灌水間隔を参考にすると、砂質土では3~5日を目安に灌水することとなっている。そこで、5日をひと



a 乾燥状態の保水材



b 吸水状態の保水材



c1 吸水状態の保水材に苗木の根系部を浸漬している様子



c2 植栽木の根系部に付着した吸水状態の保水材

図2 試験設定時の保水材の状態

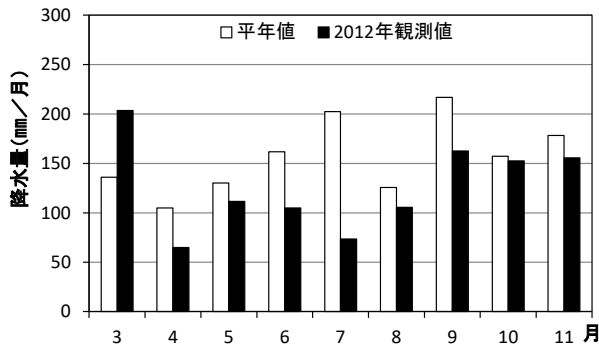


図3 調査期間中の月別降水量

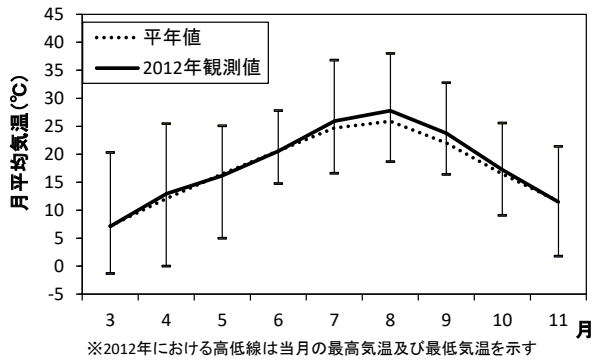


図4 調査期間中の月別平均気温の推移

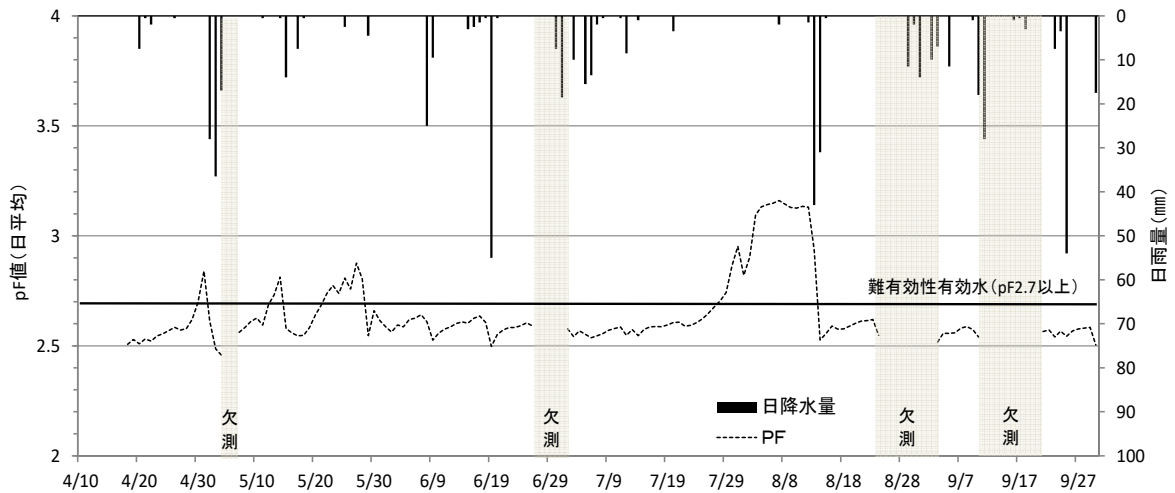


図5 調査期間中の pF 値の推移

表1 植栽時及び植栽7箇月後の処理区別枯死率及び樹幹長(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 (%)	植栽7ヶ月後の 樹幹成長量 (cm)
対照区	20	22.2 ± 2.7	15	75	13.1 ± 2.9
粒状保水材	20	22.8 ± 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

\*\* :  $\chi^2$ 検定で対照区と比較して有意差あり(p<0.01)

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日発生している。月平均気温は、3月から6月にかけて並びに11月は平年並みで、7月から10月は平年値よりも高かった(図4)。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値に変換すると、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(椎名ら、1971<sup>12)</sup>)以上であった(図5)。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



び樹幹成長量を表1に示す。枯死率は対照区が75%と最も高くなった。次いで、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  $p<0.01$ )。月別に枯死率の推移をみると、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6)。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、11月まで枯死が発生した。

### 3.3 植栽木の樹幹成長量

苗木の植栽時の平均樹幹長は  $22.2\pm 3.3\text{cm}$ (平均値 $\pm$ 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(分散分析、 $p>0.05$ )。

植栽から7ヶ月経過後の処理区分別の平均樹幹

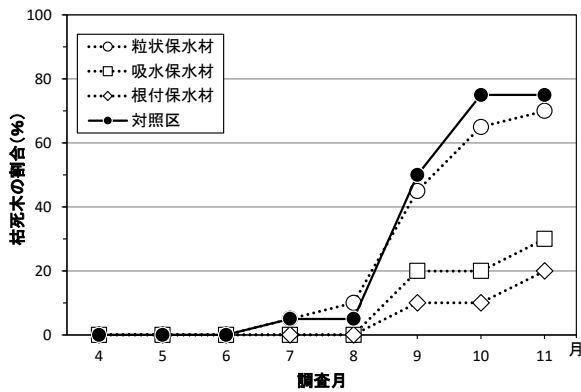


図6 調査期間中の処理区分別の枯死木の発生状況

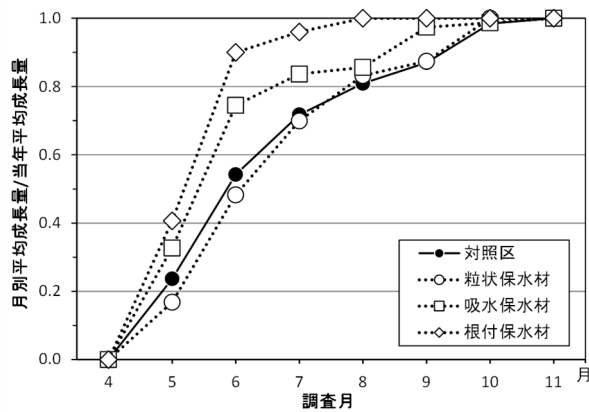


図7 調査期間中の処理区分別の当年平均成長量に対する月別平均成長量の比率の推移

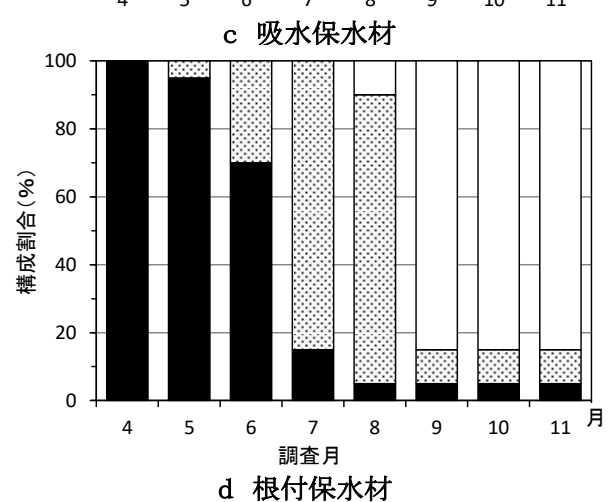
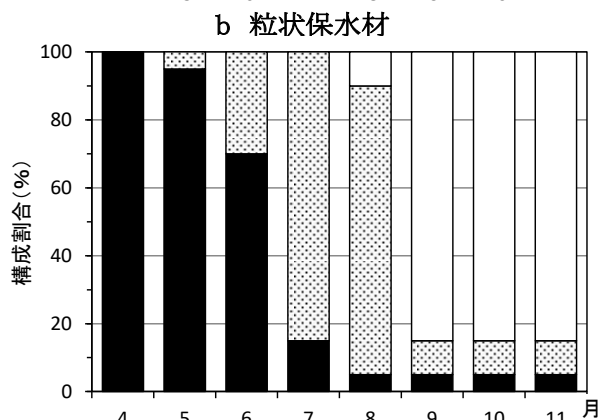
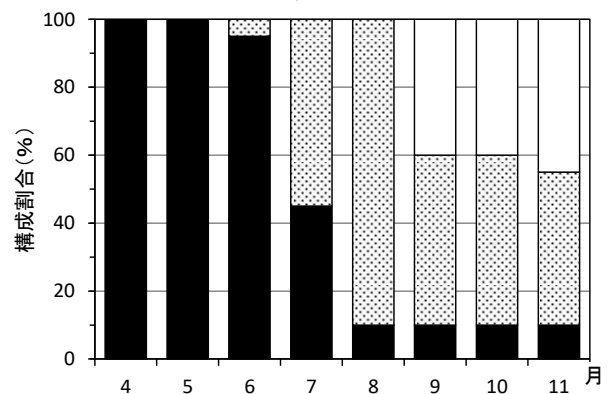
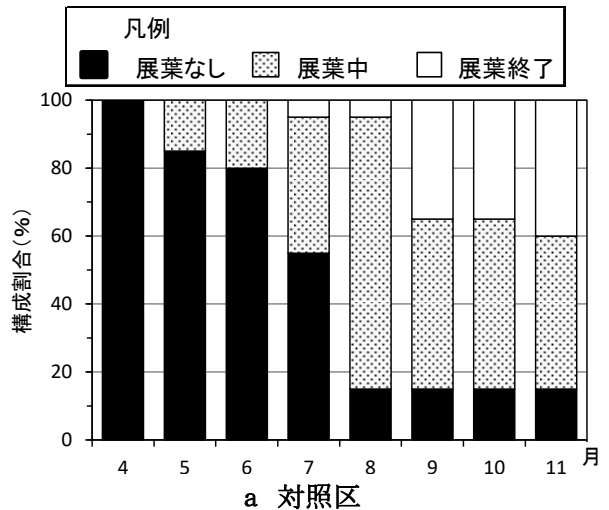


図8 調査期間中における処理区分別の展葉状況の内訳の推移

成長量は、 $13.1 \pm 2.9\text{cm}$  から  $15.3 \pm 3.8\text{cm}$  (平均値 $\pm$ 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1、分散分析  $p > 0.05$ )。

処理区別に当年平均成長量に対する調査月別の平均成長量の比率の推移を図7に示す。根付保水材は植栽から2ヶ月経過後の6月には当年平均成長量の90%の成長量となった。また、吸水保水材は、植栽から3ヶ月経過後の7月には当年平均成長量の80%以上の成長量となり、9月には根付保水材、吸水保水材は当年成長量の97%以上となった。一方、対照区及び粒状保水材は、他の2処理区に比べ植栽時からの立ち上がりが緩やかであり、他の処理区で成長がほぼ停止した9月以降も成長が続いていた。

### 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8に示す。粒状保水材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月調査時点で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、樹幹伸長と同様に活着率の低かった2処理の展葉が遅れていた。

また、植栽から7ヶ月経過後の11月調査時点の展葉状況をみると、展葉を終えた個体の割合は対照区では40%、粒状保水材では45%であり、他の2処理区が85%であるのに対し有意に低かった( $\chi^2$ 検定  $p < 0.05$ )。

### 3.5 処理区別の作業性

植栽時に作業状況をビデオ撮影し、作業内容毎の時間を計測した。植栽木1本あたりの植栽作業時間をみると、各処理とも移動や植穴掘り、植え付け時間に大きな差はなかったが、粒状保水材と吸水保水材は保水材と用土を混合する作業となる資材

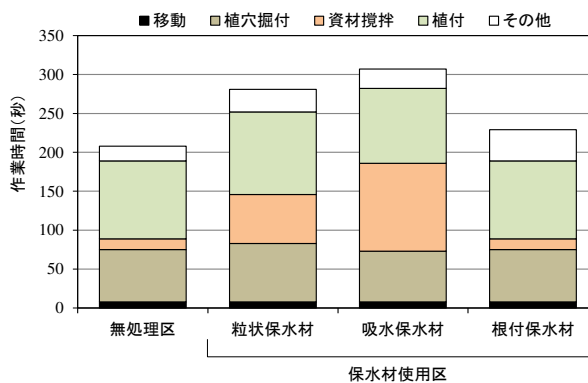


図9 各処理区別の苗木1本あたりの植栽作業時間

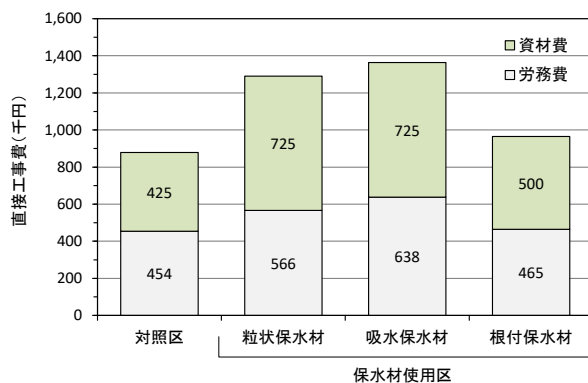


図10 各処理区別の1haあたりの植栽経費

攪拌での作業時間が大きくなった(図9)。

根付保水材は、バケツに漬けてある苗木を引き抜いて植えるだけなので、作業時間は短く、処理を行わない対照区とほぼ同じになった(図9)。

植栽作業時間を基に、植栽密度5,000本/haあたりの植栽経費を算出して各処理を比較した(図10)。粒状保水材と吸水保水材は、対照区や根付保水材に比べ作業性が悪く、また、保水材を多く使うため労務費、資材費共に経費が高くなった。これに対し根付保水材は、作業性も良く、使用する保水材の量も少ないため、保水材を使用した他の2処理に比べ経費は70~75%程度となった。

## 4 考察

調査期間中は、高温小雨の条件下にあり、月別の降水量は平年値の36%から97%と総じて少なく、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。試験地は海岸汀線近く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、対照区の活着率は25%と低い水準となった。

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たことから、枯死は干害によるものと思われた(渡辺ら、1971<sup>7)</sup>;日本緑化センター、1996<sup>8)</sup>)。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。

保水材の使用方法の違いによる活着率への影響をみると、粒状保水材の活着率は30%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活着率はそれぞれ70%、80%となり、活着率向上の効果が確認された。

植栽木の成長をみると、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ヶ月以内に伸長成長が確認され、植栽直後から成長活動が始まっていたと思われる。単節型の成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<sup>9)</sup>)。植栽から7ヶ月経過後の11月調査時点の成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。しかし、その成長過程において差がみられた。吸水保水材と根付保水材は、植栽から5ヶ月経過後の成長量は当年成長量の97%以上となっており、これらの処理区では8月末には、当年の成長をほぼ終えていると言える。

一方、対照区と粒状保水材は、10月まで成長が続いており、吸水保水材と根付保水材に比べ

て成長の遅れがみられた。対照区と粒状保水材の成長の遅れは、植栽から1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半数程度あり他の処理区に比べて展葉が遅れる傾向にあること、また、7月調査から枯死木が認められることから、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。加えて、渇水の発生した7月から8月にかけても伸長を続けており、水分を要する成長時期に渇水を受けたことも活着率が低くなった一因と考えられる。

このことから、海岸砂丘地で乾燥状態の保水材を用に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い、植栽木の活着を促すことが大切である。一方、保水材をあらかじめ吸水させた状態で用に混合すれば、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、用に混合する手間も他の処理に比べて短いことから砂丘地へのクロマツ植栽に有効な方法であると思われる。

## 5 まとめ

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、対照区の大半が枯死する厳しい条件下で保水材の使用方法について比較試験を行い、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 reliant 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。特に本研究で試験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。

ただし、今回は植栽当年の活着率と成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<sup>10)</sup>;中尾ら、1987<sup>11)</sup>)。海岸砂地では同様のことが懸念されるため、保水材の効果の継続性についても検討が必要である。加えて、ポット苗やコンテナ苗のように根系に用土がついているものに適用できるか不明である。今後、これらについて調査し、保水材の有用性を明らかにすることで、海岸防風林の再生に役立てたい。

#### 引用文献

- 1) 村井 宏・石川正幸・遠藤治郎・只木良也、日本の海岸林、ソフトサイエンス社、513pp.、1992
- 2) 原 勝、砂防造林、朝倉書店、257pp.、1950
- 3) 遠山柁雄・竹内芳親・中山吉彦・黒柳直彦・北村栄・吉岡武男・杉本勝男、保水材利用による乾燥地緑化に関する研究(第2報)砂地無かん水下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、1983
- 4) 奥村武信・段 克勤・田中一男・仲山昭彦、砂地造林における高分子保水材利用に関する研究、日本緑化工学会誌、16(1)、pp. 18-27、1990
- 5) 鳥取地方气象台、観測資料、2012
- 6) 宮崎 榊、図説苗木育成法、株式会社高陽書院、424pp.、1957
- 7) 渡辺資仲・堀内孝雄・高橋喜平、気象害から樹木

を守る、社団法人全国林業改良普及協会、221pp.、1971

- 8) 財団法人日本緑化センター、新・樹木医の手引き、財団法人日本緑化センター、475pp.、1996
- 9) 鈴木和夫、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、pp8-11、2004
- 10) 村井 宏・高橋富彦・SuhaylITANI、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)、pp1-18、1988
- 11) 中尾登志雄・黒木嘉久、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、pp155-156、1987
- 12) 椎名 乾治・野中 仙三郎、毛管連絡切断含水量について。土壌の物理性、24、pp14-16、1971