

# 島根県の海岸砂丘地に植栽した常緑広葉樹の活着阻害要因 および初期成長

山中 啓介<sup>1,2</sup>・三島 貴志<sup>3</sup>

## Mortality factors and initial growth of evergreen broad-leaved trees planted on a sand dune in Shimane prefecture, Japan

Keisuke Yamanaka<sup>1\*,2</sup> and Takashi Mishima<sup>3</sup>

**Abstract:** Six species of evergreen broad-leaved trees, namely *Litsea japonica* (Thunb.) Juss., *Neolitsea sericea* (Blume) Koidz., *Machilus thunbergii* Siebold & Zucc., *Daphniphyllum teijsmannii* Zoll. ex Kurz, *Lithocarpus edulis* (Makino) Nakai, *Camellia japonica* L., and Japanese black pine, *Pinus thunbergii* Parl., were planted on a sand dune in Shimane prefecture in 2005. The mortality of Japanese black pine was 20% of the planted trees in the seventh year after planting. On the contrary, the mortality of evergreen broad-leaved trees was 60%-90% of the planted trees in the fourth year. The main mortality factors were severe drought and high temperatures during the summers. It is necessary to take countermeasures against drought and high temperatures in the summers when these evergreen broad-leaved trees are planted on sand dunes in Shimane prefecture. Japanese black pine might play the role of nurse trees for the evergreen broad-leaved trees.

### 1 はじめに

日本海に面する島根県の海岸砂丘地では冬季の季節風による強風、飛塩などの影響を抑えるため、これらの要因に耐性のあるクロマツを主体とする海岸林が整備されてきた(近田 2013)。ところが、島根県では2011年に127,000 m<sup>2</sup>を最高の被害量とするマツ材線虫病(以下、「松くい虫被害」とする)によって多くのクロマツが枯死する被害が発生し(島根県農林水産部林業課 2020)、この状態を放置すると海岸クロマツ林が果たしてきた公益的機能が損なわれる懸念がある。

松くい虫被害を受けた海岸クロマツ林ではその再生が必要となる。再生手法にはクロマツを植栽する方法(矢部・小山 2013; 佐藤 2013)、天然更新したクロマツを活用する方法(小谷・八神 2010; 山中 2018)など再びクロマツ林として再生する方法がある。一方、松くい虫被害が発生する可能性のあるクロマツから広葉樹へ樹種転換を図る方法もある(森林総合研究所多摩森林科学園 2014; 八神 2005)。ところが、広葉樹はクロマツよりも概して耐塩性や耐乾性が低く(鈴木 1992)、樹種や植栽時の気象条件によっては海岸砂丘地に植栽しても活着やその後の成長が不良となる場合も報告されている(伊

藤 1999; 金子・田村 2007; 前迫 2003)。このため、海岸砂丘地の環境に適合した広葉樹を選定することが重要となる。

島根県においては山中・井ノ上(2010)が海岸部に生育する現存広葉樹を調査し、その結果からハマビワ、タブノキ、シロダモ、ヤブツバキといった樹種が島根県の海岸部への植栽に適していると提案している。しかし、島根県においてこれらの樹種を植栽し、その後の成長を報告した例はなく、植栽後の活着の状況や成長の推移については不明である。

そこで、本研究では島根県の海岸砂丘地において高木性の常緑広葉樹を植栽し、植栽から10年間の活着の状況、枯損原因、成長の推移を調査した。そして、これらから島根県の海岸砂丘地における常緑広葉樹の植栽技術について考察した。

### 2 調査地および調査方法

#### 2.1 調査地

調査地は島根県浜田市下府町における松くい虫被害跡地の海岸砂丘地に設定した(写真1)。位置は汀線から約110m内陸側で、標高は10mであった。地表にはチガヤやコバンソウが繁茂し、そこにトベラ、マサキといった低木が散生していたが1mを超える木本種は生育していなかった。



写真1：調査地(島根県土木部撮影)

<sup>1</sup> 鳥取大学農学部附属フィールドサイエンスセンター, Tottori University Faculty of Agriculture - University Field Science Center, 4-101, Koyama-Minami, Tottori-shi, Tottori, 680-8550, Japan

<sup>2</sup> 元島根県中山間地域研究センター, Shimane Prefecture Mountainous Region Research Center, 1207, Kamikijima, Iinan-cho, Shimane, 690-3405, Japan

<sup>3</sup> 島根県農林水産部, Shimane Prefecture, Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, 1, Tonomachi, Matsue-shi, Shimane, 690-8501, Japan

\*Corresponding author:

yama-kei@tottori-u.ac.jp

# 2.2 植栽方法

2005 年 3 月 22 日、植生をすべて刈り払った後に表 1 の供試木を植栽した。供試木の苗齢は広葉樹で 3 年生、クロマツで 2 年生とした。植栽した苗木のうちポット苗はヤブツバキを除いて口径 12cm のロングポット（高さ 25cm）で育成されたものを使用し、ヤブツバキは口径 12cm（高さ 10cm）のポリポットで育成されたものを使用した。また、ハマビワでは 1 ポット当たり 3 本混植したポット苗（以下、「3 本ポット」と略記）も植栽した。植え付け時にはバーク堆肥(0.6-1.5-0.5)を 1 植栽穴当たり 2.5kg ずつ施用した。

植栽では汀線と平行方向 5m×垂直陸方向 2m の 10 m<sup>2</sup> のブロックを 20 個設定した。そこに、微地形の影響を排除するため、各供試木のブロック内配置の重なりが少なくなるよう図 1 のとおり植栽位置を決定した。各ブロック内における植栽木の植栽間隔は汀線方向、内陸方向とも 1m、つまり 10,000 本/ha に設定した。植栽後、冬季の季節風の影響を緩和する目

的で、調査地の汀線側に高さ 1m の防風垣を設置した（写真 2）。

植栽後、1 年目は夏季の乾燥を抑制する目的で夏季の下刈りは行わず、11 月に翌年春からの成長を促す目的で坪刈りを行った。植栽から 2～5 年目は毎年梅雨頃に全刈りを、それ以降は毎年梅雨時期に繁茂するチガヤよりも小さい個体のみに坪刈りを行った。

# 2.3 調査方法

2005 年 4 月 4 日、植栽直後の樹高、地際直径、樹冠幅を計測し、6 月 1 日に植栽直後の活着不良による枯死（以下、「植え枯れ」とする）や植栽木の状況を調査した。その後、2015 年 4 月まで成長休止期に樹高、地際直径、胸高直径、樹冠幅といった成長の状況、気象害などによる被害状況を調査した。また、枯死木については枯損原因を調査した。枯損原因は枯損木の状況や競合する植生の状態、あるいは樹幹の切断面の状況から①乾燥、②植え枯れ、③被圧、

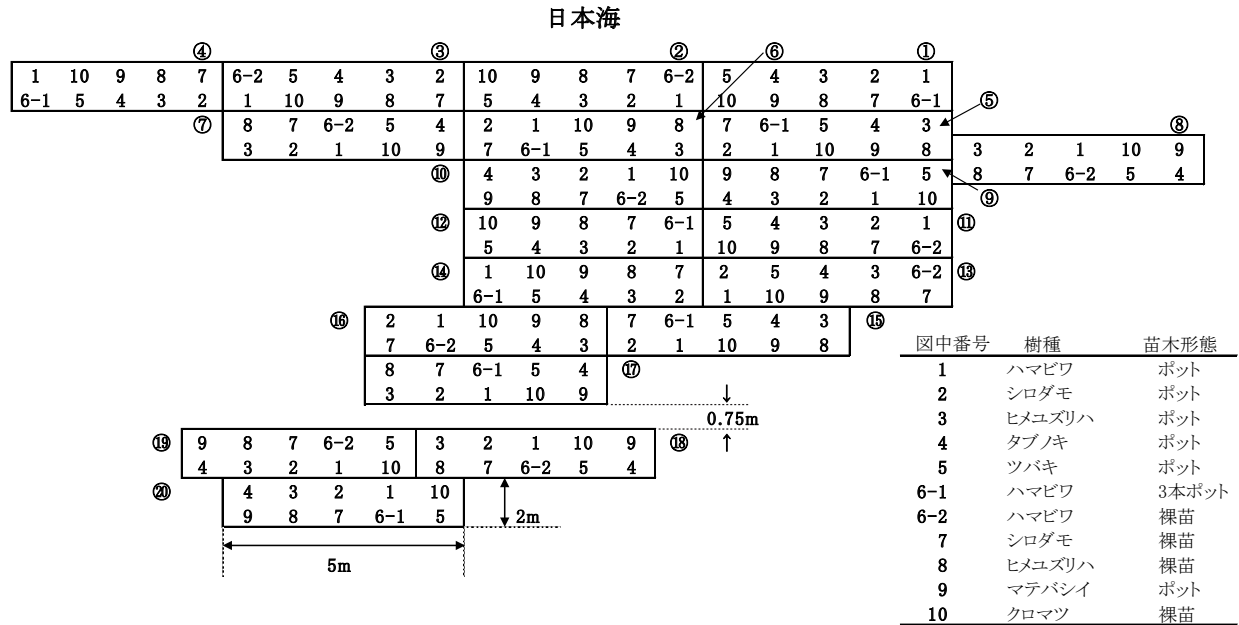


図 1：植栽配置図

表 1：供試木

| 樹種     | 苗木形態                | 植栽本数             |
|--------|---------------------|------------------|
| ハマビワ   | 3本ポット <sup>1)</sup> | 30 <sup>2)</sup> |
|        | ポット                 | 20               |
|        | 裸苗                  | 10               |
| シロダモ   | ポット                 | 20               |
|        | 裸苗                  | 20               |
| タブノキ   | ポット                 | 20               |
| ヒメユズリハ | ポット                 | 20               |
|        | 裸苗                  | 20               |
| マテバシイ  | ポット                 | 20               |
| ヤブツバキ  | ポット                 | 20               |
| クロマツ   | 裸苗                  | 20               |

220

1) 1ポット当たり3本植栽したポット苗  
2) 植栽したポットの個数は10個



写真 2：防風垣

④松くい虫被害, ⑤その他(誤伐, 枯損木の消失, 枯損原因不明)の5つに区分した。なお, 本論文では調査を行った成長休止期の直前の成長期の年を「調査年」とする。

また, 気温と降水量は調査地から約5km離れた位置にある浜田特別地域気象観測所の観測データから算出した(気象庁 2021)。

### 3 結果

#### 3.1 生存木の推移

生存木の推移を図2に示した。広葉樹はいずれの樹種, 苗木形態も植栽から10年後の2014年には植栽本数の20%以下しか残存していなかった。とくに, 植栽から4年間で60~90%が枯損し, この間の生存数の低下が大きかった。一方, クロマツも2014年の生存数は広葉樹と同様であったが, 生存数が大きく減少したのは植栽後9年目の2013年であった。植栽から2011年の7年間は枯損率が20%に留まり, 生存数の減少は少なかった。これらのことから, 広葉樹はクロマツと比較して植栽初期に枯損しやすい傾向が認められた。

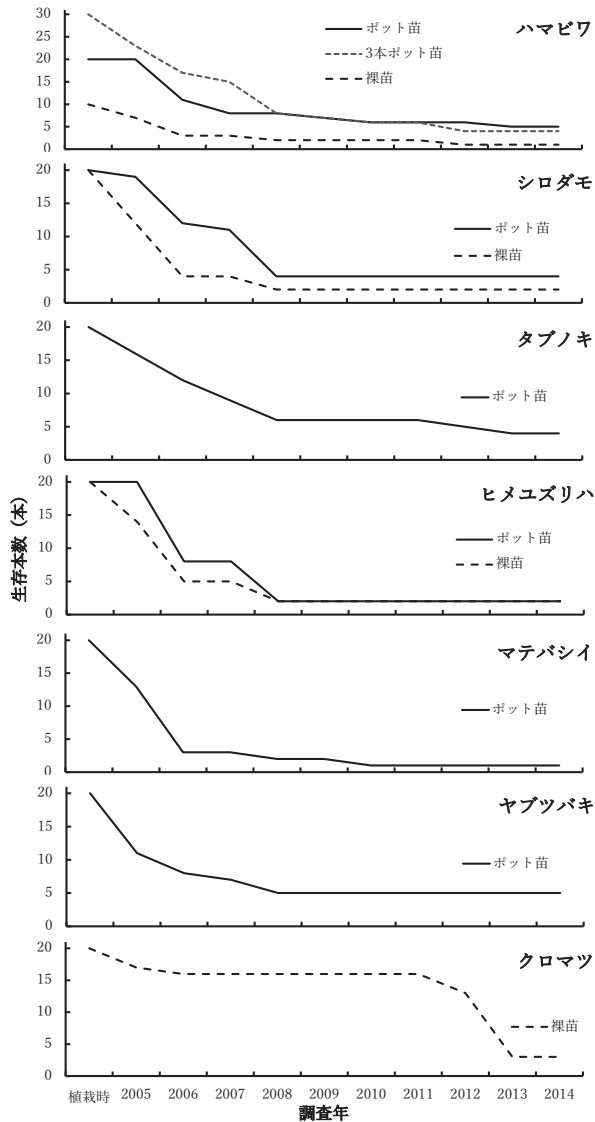


図2：生存木の推移

ポット苗と裸苗の両方を植栽したハマビワ, シロダモ, ヒメユズリハでは, 2014年の生存数はハマビワとシロダモで裸苗よりもポット苗の方が多かった。

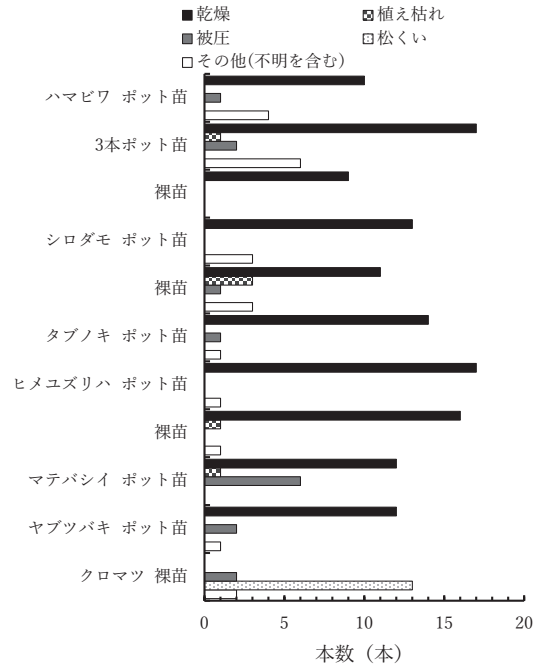


図3：枯死木の枯損要因

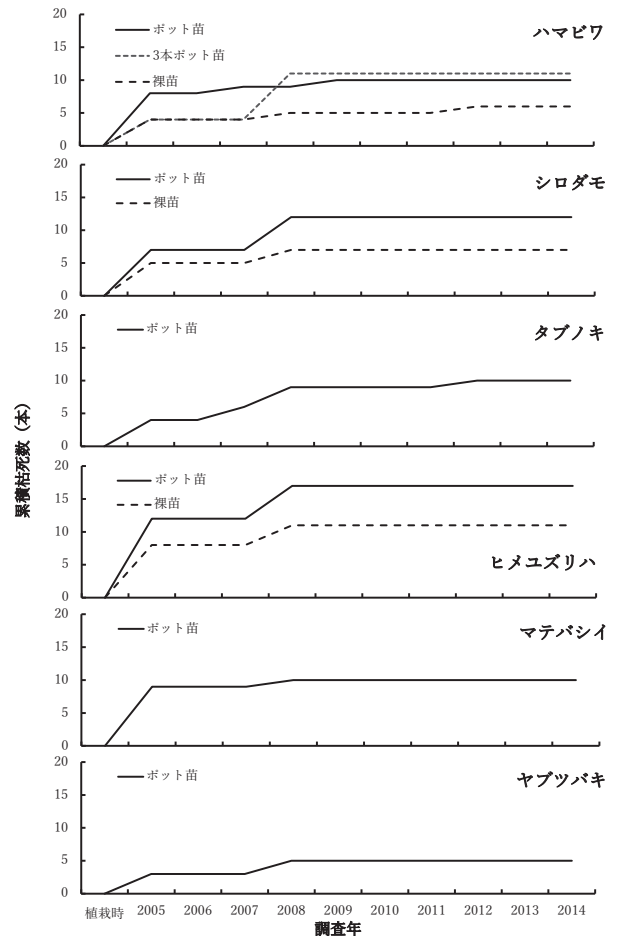


図4：乾燥で枯死した広葉樹の累積枯損数

また、植栽から4年間で生存数が大きく減少したが、いずれの樹種も裸苗よりもポット苗の方が生存数の落ち込みの程度が緩やかであった。

### 3.2 枯損要因

枯死木の枯損要因を図3に示した。広葉樹は樹種、苗木形態を問わず乾燥によって枯死する個体が最も多く、いずれも枯損要因の60%以上を占めた。乾燥が原因で枯死した広葉樹の累積枯損数を図4に示した。いずれの樹種、苗木形態とも植栽当年の2005年夏季に乾燥による枯死が確認された。また、ハマビワポット苗以外では2008年夏季にも乾燥による枯死が発生していた。このように、乾燥による枯死は2005年夏季と2008年夏季に集中していた。

また、クロマツは乾燥によって枯死する個体は認められなかった。一方、2013年に発生した松くい虫被害によって2012年の生存本数の約80%が枯損した。

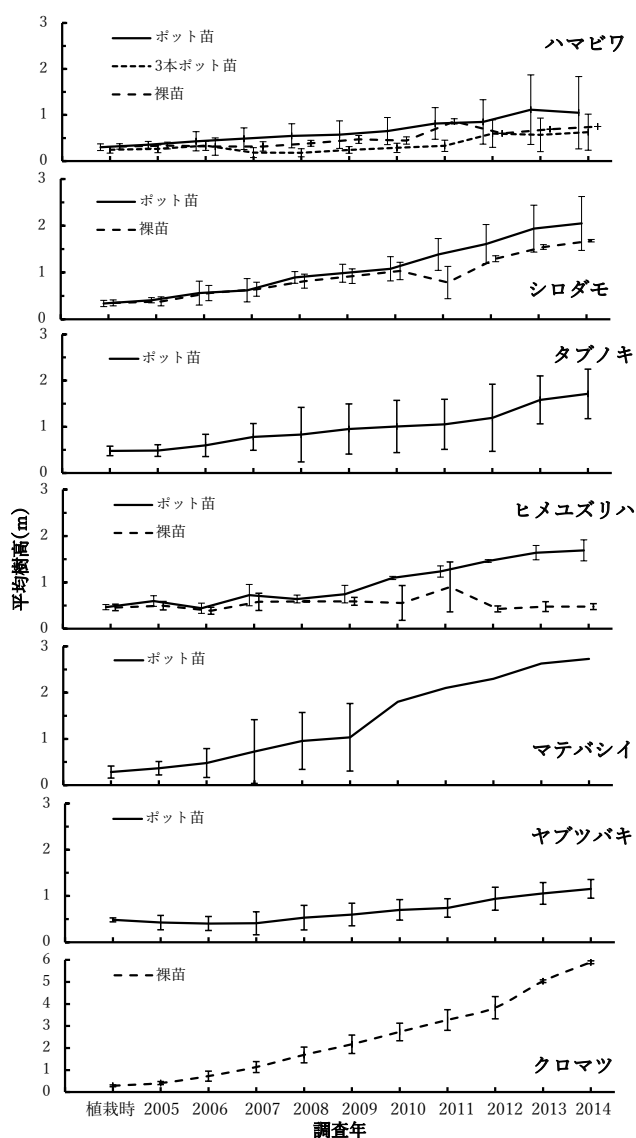


図5：植栽木の平均樹高の推移  
エラーバーは標準偏差を示す

### 3.3 成長の推移

植栽木の平均樹高の推移を図5に示した。10成長期が経過した2014年時点で平均樹高が最も高かったのはクロマツで約5.9m、これに次いでマテバシイポット苗が約2.7mであった。広葉樹はポット苗、裸苗を問わずクロマツと比較して概して平均樹高が低く、広葉樹の中で最も平均樹高の高いマテバシイでもクロマツの平均樹高の50%にも満たなかった。また、ヒメユズリハ裸苗、ハマビワ3本ポット苗、ハマビワ裸苗では平均樹高が1m未満であった。この平均樹高が1m未満であった3種では平均樹高が前年よりも低下している年が認められた。これは、枯死木の発生、主軸の先枯れ、主軸が萌芽に切り替わったものなど樹体に被害を受けたものの発生が原因であった。そして、これら樹体への被害の多くが乾燥によるものと推察された。

### 3.4 気象の状況

2005～2014年の7～8月における月平均気温と月降水量の関係を図6に示した。調査した10年の平均値は7月で気温、降水量とも平年値とほぼ同様であったものの、8月は平年値と比較して降水量は約30%多く、気温は約0.7℃高い状態であった。

植栽当年にあたる2005年の8月は調査期間10年間の月平均気温の平均値よりも0.5℃高い27℃で、月降水量はこの間の平均値の約30%である43.5mmであった。また、1成長期経過後の2006年における8月の月平均気温はこの間の平均値よりも1.2℃高い27.7℃、月降水量は調査期間中で最も少ない23.5mmであった。したがって、2005、2006年の8月はいずれも調査期間中において高温かつ少雨であった。

また、枯死が多く発生した2008年7月は降水量が50.5mmと7月の降水量としては調査期間中の平均値217.6mmの約23%に留まった。そして、7月の降水量が2008年の次に少なかった2011年と比較して

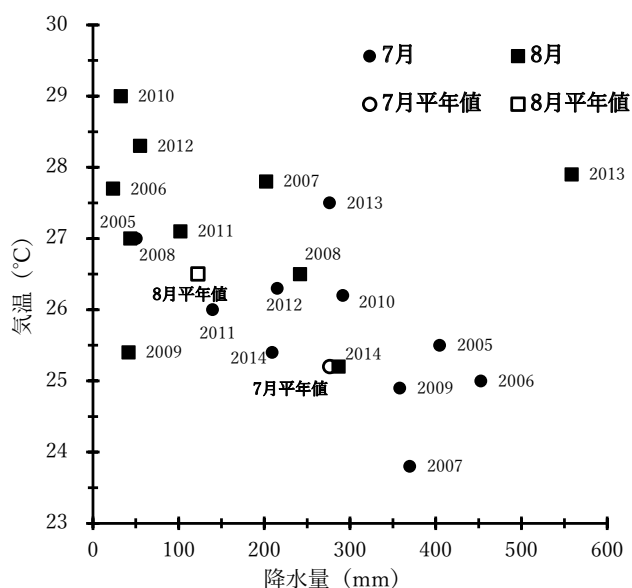


図6：2005～2014年の7～8月における月平均  
気温と月降水量の関係

も 2011 年の約 36%に留まるなど調査期間中でも降水量が極めて少ない状況であった。さらに、気温は調査期間中の 7 月の平均気温 25.8℃よりも 1.2℃高かった。このように、2008 年 7 月は高温で極めて少雨であったと言える。

## 4 考察

### 4.1 植栽木の生存

日本海側の海岸砂丘地における広葉樹の植栽は各地で行われており、金子・田村 (2007) は秋田県においてカシワ、エゾイタヤ、ケヤキ、シナノキが植栽から 4 年目の時点でクロマツと同等以上の生存率となったと報告している。また、渡部ら (2014) は山形県においてケヤキ、シナノキが植栽から 10 年目の時点でクロマツと同等以上の生存率となったと報告している。一方、今回の試験と同様に植栽した広葉樹の生存率が低かった例も少なくない。例を挙げると金子・田村 (2007) の秋田県においてタブノキ、ブナの植栽から 4 年目の生存率がともに 1%とする報告、武田・金子 (2007) の新潟県においてシロダモの植栽から 7 年目の生存率が 20%程度になったとする報告、川崎・八神 (2017) の石川県においてタブノキ、シロダモ、スダジイが植栽から 15 年目にはほぼすべて枯死したという報告がある。既往の報告からは海岸部における広葉樹の植栽では生存率が比較的高くなる場合もある一方、生存率が低くなる場合もみられ、海岸部における広葉樹植栽は容易ではないことが示されている。

本調査地は汀線の直近ではなく、約 110m 内陸側に位置する。そして、調査地と汀線の間には盛土や切土法面を伴った舗装道路が存在し、海風の障害となる地形の凹凸が存在している。そのため、汀線付近と比較して海風、飛塩、飛砂などの影響は一定程度緩和されていると推察される (中島 1992)。ところが、今回の調査は植栽した広葉樹の多くが枯損し、植栽から 10 年後に生存していたものは樹種、裸苗とポット苗という苗木形態を問わず 20%以下に過ぎなかった。また、植栽から 10 年後の裸苗とポット苗の生存本数には大きな差があるとは言えなかった。このため、植栽から 10 年後の生存状況で評価すると、ポット苗が生存率を顕著に向上させるという効果は認められなかった。

ただし、ハマビワ、シロダモ、ヒメユズリハでは、植栽から 2 成長期後の 2006 年までは裸苗よりもポット苗の方が生存数の落ち込みの程度が緩やかであった。このことから、植栽初期ではポット苗は生存率の向上に一定の効果があると示唆されたが、今回の試験ではサンプル数が少なく、結論を得るには至らなかった。

また、今回、植栽木の生存や成長を促進するためにバーク堆肥を 1 植栽穴当たり 2.5kg 施用し、冬季の季節風の影響を緩和するために防風垣を設置している。しかし、今回植栽した広葉樹はいずれも植栽から 10 年後の生存率が低くなった。このことから、島根県の海岸砂丘地において広葉樹を植栽する場合、今回実施した対策だけでは植栽木の生存のためには十分とは言えないことが明らかになった。

植栽木の多くが枯損した場合、スギ、ヒノキ人工林のような経済林であれば植栽の翌年春に補植する

ことが推奨されている。そして、植栽から 4~5 年後に補植すると補植木は最初に植栽した個体に被圧される可能性が高いため、補植の時期としては遅いと指摘されている (渡辺 1965)。本調査では植栽から 4 年後までは毎年枯損木が発生しているが、5 年目以降に枯死する植栽木はいずれの樹種、苗木形態であってもわずかであった。また、植栽から 4 年後の時点の樹高はいずれの樹種も 1m 未満であり (図 5)、渡辺 (1965) が指摘するような他の個体を被圧する可能性は少ない。したがって、今回の調査結果からは島根県の海岸砂丘地の広葉樹植栽において補植を検討する場合、補植が必要か否かの判断をする時期は 4 成長期が一つの目安になると考えられる。

### 4.2 植栽木の枯損原因

海岸砂丘地における樹木の植栽では養分や水分要求度の低いものや、乾燥、飛砂、風、温度の急激な変化、病虫害などに耐性があるものが樹種選定の基準となる (林野庁 2004)。今回の試験では植栽した広葉樹の枯損原因の 60%以上が乾燥であったことから、夏季の高温と水分不足による乾燥が植栽木の枯損の原因であり、冬季の季節風による影響は相対的に小さかったと考えられる。

また、多くの枯損木が確認された 2005 年は植栽当年に当たり、現地の気象環境に十分順応していない可能性がある。このような状況において 8 月の高温少雨という気象条件が重なったため、枯損木の発生が増加したと推察される。これに対し、2006 年も高温少雨であったものの枯損はほとんど発生しなかった。これは、乾燥への抵抗力が低い個体は 2005 年に既に枯損してしまったことや、植栽から 1 成長期が経過して現地の気象環境への適応が進んだことが影響していると考えられる。一方、2008 年も乾燥害による枯損が多発している。2008 年は通常では梅雨の時期に当たる 7 月が高温で極めて少雨であり、このいわゆる「カラ梅雨」であったことが大きな原因であったと推察される。

以上のことから、植栽当年の高温少雨やカラ梅雨は海岸部において今回供試した常緑広葉樹を植栽する際の大きな阻害要因になると考えられる。

### 4.3 植栽木の成長

植栽木の平均樹高の推移 (図 5) では一時的に平均樹高が低下することがあるものの、樹種、苗木形態種を問わず 10 年後の樹高が植栽時よりも大きくなっていった。一方、10 年後の生存数はクロマツを除き植栽時の 25%以下に減少している。つまり、平均樹高の推移は生存している少数の個体の樹高が強く反映されている。そして、枯死しないものの主軸全体や梢端部が枯損し、樹高の測定位置を側枝や萌芽に変更した個体もみられるため、このことも平均樹高の推移に影響している。したがって、さらに試験を積み重ねてデータを蓄積しなければ樹種、苗木形態別の成長特性を論じることができない。

以上のことを考慮したうえで、今回の試験結果を考察すると、シロダモ、タブノキ、ヒメユズリハ、マテバシイ、ヤブツバキのそれぞれのポット苗の中には植栽から 10 年後の時点で 1m を超え、梢端枯れといった被害が見られない健全な個体も存在した。

「4.4 海岸砂丘地における樹種転換」で記載するような夏季の高温、乾燥対策が必要になるものの、島根県の海岸部において植栽可能な樹種として活用できる可能性があるため、今後のデータの蓄積が必要である。

一方、ハマビワは乾燥による主軸や梢端部の枯損や萌芽の発生が繰り返し観察され、他の常緑広葉樹よりも成長が不良であった。このため、ハマビワを海岸砂丘地に植栽する場合、今回供試した他の樹種よりもより手厚い乾燥対策が必要になると考えられる。

#### 4.4 海岸砂丘地における樹種転換

日本海側の海岸林砂丘地において海岸林を造成する主な目的は冬季の季節風の影響を抑えるためである(近田 2013)。したがって、海岸林造成の計画段階では植栽木が成長した後の冬季の公益的機能の発揮が重視され、冬季の季節風への耐性が樹種選択の大きな要素となると考えられる。常緑広葉樹は冬季でも葉が着生していることで樹冠が密な状態で維持されるため防風効果が高く(工藤 1988)、冬季の季節風の影響を軽減する防風効果に関しては落葉樹よりも高いと考えられる。このため、島根県の海岸砂丘地における広葉樹造林では常緑広葉樹が植栽されている施工地が各地で観察される。

吉崎(2012)は海岸部における広葉樹植栽について成林の可能性を否定していないものの課題も多いことを指摘している。今回供試した常緑広葉樹は島根県の海岸部において健全に生育している樹種(山中・井ノ上 2010)を選択して植栽したが、夏季の高温、乾燥によって活着や初期成長が不良であった。今回の結果から、夏季の高温、乾燥対策は重要な課題の一つであり、十分な対策が必要であると考えられる。

また、松くい虫被害跡地の再生のように比較的広範囲にわたる植栽においては低コストの対策が必要である。今回の試験で植栽から9年目の2013年には松くい虫被害で生存数が大きく減少したものの、クロマツは活着や成長が良好であった。つまり、常緑広葉樹が活着、生育できないような厳しい環境条件であってもクロマツは活着、成長が可能であると言える。このことから、常緑広葉樹の植栽に際してクロマツを同時あるいはそれより前に植栽すると活着や成長が良好なクロマツは、植栽した常緑広葉樹の上部空間に早期に樹冠を伸長させる可能性が高い。また、渡部ら(2014)は山形県でクロマツと落葉広葉樹を混植した試験を実施し、クロマツはその下層に位置することになる植栽した常緑広葉樹に対して防風や被陰による乾燥の抑制といった保護樹としての機能があるとしている。今回の試験ではこのクロマツの保護樹としての機能を明らかにすることはできなかった。しかし、海岸砂丘地における広葉樹植栽の有効な手段となる可能性があることから、今後の検証が必要であると考えられる。

#### 引用文献

[1] 伊藤聡.(1999). 多様な樹種による海岸防災林造成方

法の研究(I)ー海岸防災林の造成に関する植栽樹種の初期生長特性ー, 山形県森林研究研修センター研究報告, 27, pp.5-10.

- [2] 金子智紀・田村浩喜.(2007). 広葉樹を活用した海岸防災林造成技術の開発, 秋田県農林水産技術センター森林技術センター研究報告, 17, pp.37-60.
- [3] 川崎萌子・八神徳彦.(2017). 海岸砂丘地における広葉樹植栽試験ー15年生時の生育状況ー, 石川県農林総合研究センター林業試験場研究報告, 48, pp.15-18.
- [4] 気象庁.(2021). 各種データ・資料, 過去の気象データ検索, <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>, 2021.1.7 閲覧.
- [5] 小谷二郎・八神徳彦.(2010). 高密度に更新した幼齢海岸クロマツ林に対する除伐効果, 石川県林業試験場研究報告, 42, pp.15-18.
- [6] 近田文弘.(2013). なぜ、クロマツなのか?, 日本の海岸林の防災機能について, 日本海岸林学会誌, 12(2), pp.23-28.
- [7] 工藤哲也.(1988). 機能発揮に望ましいポウル雨林, 森林の暴風機能, 林業科学技術振興所, pp.39-41.
- [8] 前迫俊一.(2003). 海岸防災林の広葉樹等植栽試験地調査, 鹿児島県林業試験場業務報告, 51, pp.9.
- [9] 中島勇喜.(1992). 防風, 日本の海岸林, ソフトサイエンス社, pp.249-264.
- [10] 林野庁.(2004). 森林造成, 治山技術基準解説(防災林造成編), 日本治山治水協会, pp.157-170.
- [11] 佐藤亜貴夫.(2013). 海岸林の造成手法に関する最近の動向ー海岸林造成に関する各事業主体へのアンケート結果よりー, 海岸林学会誌, 12(2), pp.41-46.
- [12] 島根県農林水産部林業課.(2020). 森林病害虫の状況, 令和2年度 島根県の森林・林業・木材産業, pp.17.
- [13] 森林総合研究所多摩森林科学園.(2014). クロマツ海岸林に自然侵入した広葉樹の活用法ー松枯れから防災機能を守るための広葉樹林化ー, 森林総合研究所, pp.1-45.
- [14] 鈴木清.(1992). クロマツ林内への広葉樹の導入, 日本の海岸林, ソフトサイエンス社, pp.389-390.
- [15] 武田宏・金子岳夫.(2007). 海岸防災林における常緑広葉樹の植栽成績, 新潟県森林研究所研究報告, 48, pp.103-114.
- [16] 渡部公一・上野満・伊藤聡・林田光祐.(2014). 海岸風衝地におけるクロマツと落葉広葉樹の混交林造成方法の検討, 日本海岸林学会誌, 13(2), pp.67-72.
- [17] 渡辺資仲.(1965). 補植, 造林ハンドブック, 養賢堂, pp.661-663.
- [18] 矢部浩・小山敢.(2013). 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, 海岸林学会誌, 12(2), pp.35-40.
- [19] 八神徳彦.(2005). 石川県における海岸林植生と樹種転換に適した樹種の選定, 石川県林業試験場研究報告, 37, pp.1-8.
- [20] 山中啓介・井ノ上二郎.(2010). 島根県海岸部における広葉樹の生育実態, 森林応用研究, 19(1), pp.17-23.
- [21] 山中啓介.(2018). 密度調整が天然更新した海岸クロマツ林の成長に与える影響, 日本緑化工学会誌, 43(3), pp.509-515.
- [22] 吉崎真司.(2012). 海岸林再生における広葉樹植栽について, GREEN AGE, 39(5), pp.12-15.

[受付 令和3年2月17日, 受理 令和3年7月15日]