

海岸防災林におけるクロマツの初期成長に及ぼす客土と植栽密度の影響

Effect of soil dressing and planting density on initial growth of black pine in coastal forests

小森谷あかね*¹Akane KOMORIYA *¹

*1 千葉県農林総合研究センター森林研究所

Chiba Prefecture Agriculture and Forestry Research Center, Forestry Research Institute

要旨 : マツ材線虫病によって大きな被害を受けたことから再造成が進められている千葉県九十九里浜の海岸防災林において、早期に再造成するため、効率的な植栽及び保育と植栽木の良好な成長を促す技術が求められている。そこで、海岸防災林に植栽したクロマツの活着、初期成長に及ぼす客土と低密度植栽の影響を検証するため、植栽2年後の生存率と樹高成長量を調査した。客土は30cm厚で敷きならした後、客土と現地の砂が1:1の割合となるように深さ60cmまで混ぜ合わせた。植栽密度は、通常の混植10,000本/ha(クロマツ5,000本/ha、マサキ2,500本/ha、トバラ2,500本/ha)と5,000本/ha(クロマツのみ)とした。その結果、植栽2年後のクロマツの生存率、樹高成長量は客土・混植10,000本/ha区で84.4%、33.1cm、客土・5,000本/ha区で87.5%、27.2cm、無客土・混植10,000本/ha区で79.2%、16.4cm、無客土・5,000本/ha区で64.6%、16.0cmであり、生存率、樹高成長量ともに客土区が有意に高かった。したがって、客土は活着、初期成長の向上に効果があると考えられた。また、5,000本/ha区と混植10,000本/ha区との間に生存率、樹高成長量の差はみられず、潮風の影響の比較的小さい場所では5,000本/ha植栽が可能であることが示唆された。

キーワード : クロマツ, 生存率, 樹高成長量, 客土, 5,000本/ha植栽

Abstract: Because of extensive damage by pine wilt disease, the coastal forests of the Kujukuri coast of Chiba Prefecture are being reforested. Efficient planting and cultural work, as well as healthy tree growth, are required for rapid reforestation. To elucidate the effects of soil dressing and planting density on the survival and initial growth of planted black pine trees, we investigated the survivorship and height growth of planted trees two years after planting. After having spread soil dressing with a thickness of 30 cm, the soil was mixed to a depth of 60 cm, so that the soil dressing to local sand ratio was 1:1. There were two planting density configurations. The first was a normal density of 10,000 trees/ha, composed of a mixed planting of black pine (5,000 trees/ha), Japanese spindle (2,500 trees/ha), and Japanese pittosporum (2,500 trees/ha). The second configuration was a planting of only black pine at a density of 5,000 trees/ha. The survival rate and height growth of black pine, two years after planting, were 84.4% and 33.1 cm, respectively, in the plot with soil dressing and mixed planting 10,000 trees/ha; 87.5% and 27.2 cm in the plot with soil dressing and 5,000 trees/ha; 79.2% and 16.4 cm in the plot with no soil dressing and mixed planting 10,000 trees/ha; and 64.6% and 16.0 cm in the plot with no soil dressing and 5,000 trees/ha. Both survival and height growth were significantly higher in the plots with soil dressing. These results demonstrate that soil dressing is effective for enhancing initial growth and survival. There were no significant differences in survival rate and height growth between the plots with 5,000 trees/ha and mixed planting 10,000 trees/ha. Therefore, the possibility of planting 5,000 trees/ha in areas less influenced by sea breezes is suggested.

Key-word: black pine, survival rate, height growth, soil dressing, 5,000 trees/ha planting

I はじめに

千葉県の海岸防災林はマツ材線虫病、東日本大震災の津波によって大きな被害を受けたため、再生が進められている。これらの被害によって海岸防災林が急激に疎林化したために環境条件が厳しくなっていることから近年

はクロマツの活着が悪い事例がみられ、造成法の改良が検討されている。また、広大な面積での早期の再生のために効率的な植栽、保育技術が求められている。

矢部ら(6)は海岸砂地で保水材及び客土材の使用により活着率が高まったことを報告しているが、事例は少な

く、客土による活着や成長に対する効果を明らかにするには多くの事例を集積する必要がある。一方、海岸防災林造成では植栽木によって砂地を早期に被覆し、飛砂の害、乾燥の害を最小限に抑える観点から密植するのが一般的であり、植栽本数は汀線に近い林帯前縁部等、樹高成長が期待できない箇所では主林木及び肥料木の合計で10,000本/ha程度とされている(4)。千葉県においても主林木であるクロマツ5,000本/ha、マサキ、トベラ等の低木や肥料木のアキグミを5,000本/ha、合計10,000本/haの植栽を標準とし、内陸寄りの箇所では約7,000本/haとしている。しかし、密植した場合には植栽木の成長に伴い過密になることを防ぐために除間伐を多く行わなければならない(1)、植栽、保育にかかる労力、費用を軽減し、効率的に造成を進めるためには植栽密度の見直しが必要である。防風対策が十分であれば5,000本/haの植栽が可能との報告があり(3)、また、実際には10,000本/ha未達の密度で植栽している事業主体は多くあるものの(5)、海岸防災林におけるクロマツの植栽密度に関する報告は少なく、活着や成長に与える影響は明らかではない。

そこで、客土の有無、植栽密度の違いによるクロマツの活着、初期成長を比較するための試験を行い、植栽2年後の樹高成長量、生存率を調査し、客土と植栽密度がクロマツの初期成長に与える影響について検討したので報告する。

II 方法

1. 調査地 調査は千葉県山武郡横芝光町で行った。調査地は林帯幅約200mの海岸防災林の中央部に位置する植栽地で、林帯前縁部からの距離は約80m、汀線からの距離は約200mである。林帯の海側には天端の標高約6mの砂丘が築設されている。この海岸防災林はかつては林齢50年生前後のクロマツ林であったが、2008年頃からマツ材線虫病の被害が拡大し、2010年までにはほとんどのクロマツが枯死したため、海側はほぼ無立木となった。

植栽は2015年5月に行った。高さ1.1mの静砂垣で囲まれた調査地内を高さ0.8mの静砂垣で1辺8mの方形で12区画に区分し、北東側6区画を無客土区、南西側6区画を客土区とした(図-1)。客土には購入土(赤土)を用いた。客土量は30cm厚とし、客土後に客土区と無客土区の地盤高が同じになるように、あらかじめ客土区を15cm厚で掘削し、無客土区に押し土した。客土を敷きならした後、客土と現地の砂が1:1の割合となるように深さ60cmまで混ぜ合わせた。植栽密度は、通常の海岸防災林造成で行われるクロマツ5,000本/ha、マサキ

2,500本/ha、トベラ2,500本/haを混植する10,000本/ha区(64本/区)とクロマツのみの5,000本/ha区(32本/区)とし、客土区と無客土区に各3区画設定した。肥料は50g/本、土壌改良材はクロマツには粉炭2.1L/本、広葉樹にはバーク堆肥2.0kg/本施用し、植栽木の列間に埋めわら、植栽地全面に敷きわらを行った。

2. 調査項目 2015年6月から2016年1月までは1か月に1回、2016年2月以降は2~4か月に1回の頻度で植栽木の状態を観察して枯死した本数を調査し、植栽2年後の2017年5月の生存本数から生存率を算出した。また、植栽時と2年後の2017年5月に樹高の測定を行い、2年間の樹高成長量を算出した。各樹種の生存率及び平均樹高成長量は区画ごとに算出し、それぞれの試験区で3区画の平均値を算出した。クロマツの生存率と樹高成長量について、客土の有無、植栽密度を要因とした繰り返しのある二元配置の分散分析(JMPversion8を使用)を行った。なお、生存率については逆正弦変換した値を用いた。

III 結果

各試験区の樹種ごとの生存率を図-2に示した。クロマツは客土・混植10,000本/ha区が84.4%、客土・5,000本/ha区が87.5%で、ともに85%前後の高い生存率であり、無客土・混植10,000本/ha区は79.2%、無客土・5,000本/ha区は64.6%であった。マサキの生存率は客土区が100%で枯死したものはなく、無客土区も93.8%と高かった。トベラは客土区、無客土区ともに80%程度であった。

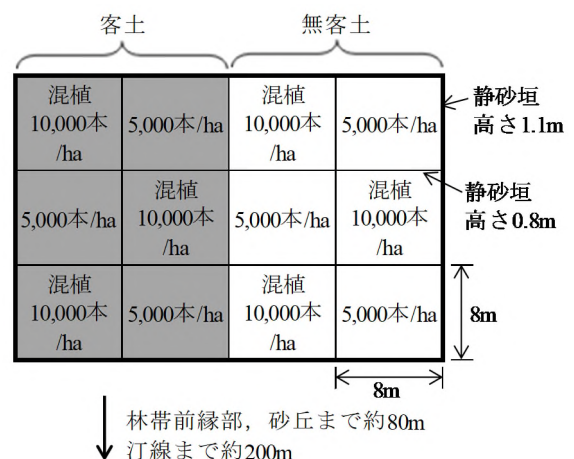


図-1. 試験区の配置
Fig.1 Layout of study plots

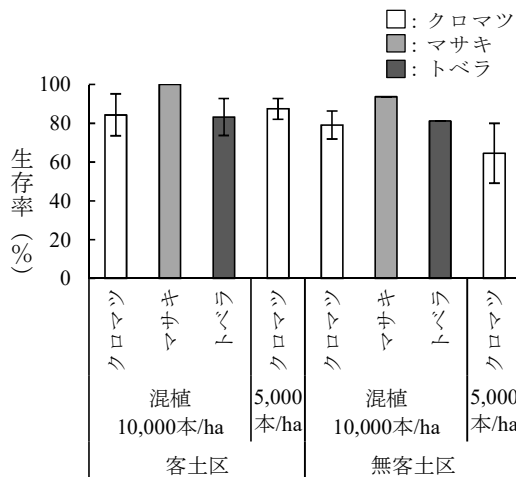


図-2. 各試験区の植栽木の生存率
エラーバーは標準偏差を示す

Fig.2 Survival rates of planted trees in each plot
Error bars show standard deviations

表-1. クロマツの生存率における客土と植栽密度を要因とした二元配置分散分析結果
Table.1 Results of two-way ANOVA of the effects of soil dressing and planting density on survival rates of black pine

要因	自由度	平方和	平均平方	F値	p値
客土	1	307.98	307.98	5.98	0.04 *
植栽密度	1	38.42	38.42	0.75	0.41
客土×植栽密度	1	100.67	100.67	1.96	0.20
誤差	8	411.71	51.46		

* : 5%水準で有意差あり

* : Significant difference at 5% level

表-2. クロマツの各試験区における時期別の枯死本数
Table.2 Monthly variation in numbers of dead black pine in each plot

枯死時期	枯死本数(本)				計
	客土区		無客土区		
	10,000本/ha	5,000本/ha	10,000本/ha	5,000本/ha	
2015年6月	1	0	1	3	5
7月	3	0	0	2	5
8月	4	1	12	14	31
9月	1	1	4	8	14
10月	1	1	2	3	7
11月	2	2	1	2	7
12月	0	1	0	0	1
2016年1月	0	1	0	0	1
2~3月	1	2	0	0	3
4~5月	2	3	1	2	8
6月以降	0	0	0	0	0
計	15	12	21	34	82

クロマツの生存率について、客土の有無、植栽密度を要因とした二元配置の分散分析を行った結果を表-1に示す。客土の要因間で有意差が認められ、生存率は客土区の方が無客土区より高かった。植栽密度の要因間及び客土と植栽密度の交互作用は有意差が認められなかった。

クロマツの時期別の枯死本数を表-2に示す。枯死本数が多かったのは2015年8月、9月であった。特に無客土区で多く、それぞれの試験区で枯死したクロマツの7割前後がその2か月間に枯死していた。客土区では他の時期と比較して大きな違いはなかった。2016年2~3月、4~5月に枯死した11本のうち、客土・混植10,000本/ha区の2本、客土・5,000本/ha区の4本、無客土・混植10,000本/ha区の1本は根元近くの樹皮にノネズミによる食害とみられる跡があった。植栽から1年経過した2016年6月以降は枯死する個体はみられなかった。

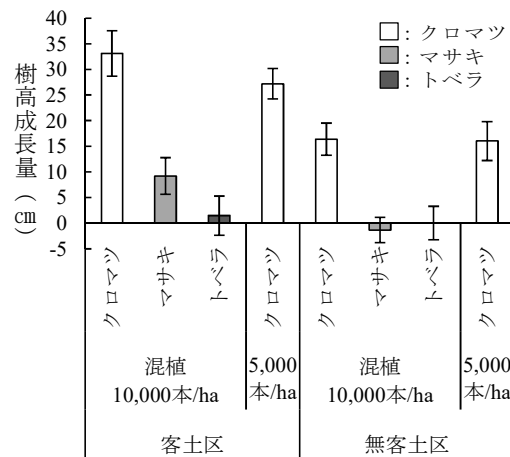


図-3. 各試験区の植栽木の樹高成長量
エラーバーは標準偏差を示す

Fig.3 Height growth of planted trees in each plot
Error bars show standard deviations

各試験区の植栽木の樹高成長量を図-3に示した。クロマツの樹高成長量は客土・混植10,000本/ha区が33.1cm、客土・5,000本/ha区が27.2cmであり、無客土区は2試験区ともに16cm程度であった。マサキは客土区が9.2cmであったが、無客土区は枯れ下がりのために植栽時よりも樹高が低くなり、トベラは客土区、無客土区とも植栽時からほとんど成長していなかった。

クロマツの樹高成長量について、客土の有無、植栽密度を要因とした二元配置の分散分析を行った結果を表-3に示した。客土の要因間で有意差が認められ、客土区の方が無客土区より樹高成長量が大きかった。植栽密度の要因間及び客土と植栽密度の交互作用は有意差が認め

られなかった。

表-3. クロマツの樹高成長量における客土と植栽密度を要因とした二元配置分散分析結果

Table.3 Results of two-way ANOVA of the effects of soil dressing and planting density on height growth of black pine

要因	自由度	平方和	平均平方	F値	P値
客土	1	583.64	583.64	44.49	<0.01 **
植栽密度	1	29.46	29.46	2.25	0.17
客土×植栽密度	1	22.80	22.80	1.74	0.22
誤差	8	104.94	13.12		

** : 1%水準で有意差あり

** : Significant difference at 1% level

IV 考察

クロマツの植栽2年後までの樹高成長量は客土区の方が無客土区より大きく、生存率も客土区の方が高かった。矢部ら(6)は客土によって活着率が向上したと報告しており、本試験の結果もそれを支持するものである。また、矢部らの報告では植栽7か月後の樹幹成長量の差はみられなかったが、本試験では樹高の初期成長の向上にも客土に効果があることが示唆された。なお、生存率が低かった無客土区では2015年8、9月に多くが枯死した。銚子地方気象台横芝光観測所で観測された2015年7月中旬から8月上旬の1か月間の降水量は10.5mmと平常の1割程度であったことから、原因は乾燥と推定された。その他の時期は、時期や試験区による枯死本数に大きな違いはみられず、植栽2年目となる2016年6月以降は枯死したものがなかったことから、活着には植栽1年目の夏期に乾燥を防ぐことが重要と考えられる。広葉樹植栽についての報告であるが、金子ら(2)は砂丘地での乾燥害、養分欠乏症に対して客土の効果が認められたとしており、本試験地においても同様に客土によって乾燥による枯死を防ぐ効果があったと考えられた。

一方、植栽密度による差は樹高成長量、生存率とも認められなかったことから、本調査地においては5,000本/ha植栽で活着及び植栽2年後までの樹高成長が阻害されることはなかったと考えられた。小倉ら(3)は石川県での事例で防風工が十分な場合には5,000本/haで問題ないと報告している。本試験地のある九十九里浜においては防風対策として静砂垣を設置している。本試験地はマツ材線虫病被害により潮風を遮る立木がほとんどない状況であるが、汀線からの距離が約200mあることに加え、砂丘もあることから、通常通り静砂垣を設置することで

防風対策は十分であり、潮風の影響は緩和されていたと考えられることから、本試験地の結果は小倉らの結果を支持するものであり、防風対策によって潮風の影響が比較的小さい場所ではクロマツの5,000本/ha植栽が可能であることが示唆された。

なお、本試験におけるマサキ、トベラの生存率は客土区と無客土区での違いはみられなかった。樹高成長量については、マサキは客土区の方が大きかったことから客土の効果と考えられたが、トベラは客土区においてもほとんど成長しておらず、本試験の客土方法では効果がなと考えられた。

IV おわりに

今回の調査では、クロマツの植栽2年後までの活着、樹高成長については客土に効果があること、5,000本/ha植栽に問題がないことが確認できた。しかし、客土は費用がかかるため、調査を継続し、今後の成長への効果を検証したうえで導入を検討する必要がある。また、通常より低い密度で植栽することによって除間伐の労力、費用がどの程度軽減できるのかは明らかではなく、これらについても調査を継続し、検証する必要がある。

引用文献

- (1) 独立行政法人森林総合研究所 (2011) クロマツ海岸林の管理の手引きとその考え方—本数調整と侵入広葉樹の活用—。森林総合研究所第2期中期計画成果24(安全・安心14), 55pp
- (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。秋田県森林技研誌 17: 37-60
- (3) 小倉晃・坂本知己 (2015) 日本海側の海岸クロマツ林における5千本植栽の生育状況(I)—十分な防風対策下での植栽事例—。海岸林学会誌 14(1): 21-26
- (4) 林野庁 (2015) 治山技術基準(防災林造成編)の参考。<http://www.rinya.maf.go.jp/j/sekou/kizyun/gijutu-kijun.html>
- (5) 佐藤重貴夫・田中三郎・大野亮一・坂本知己 (2013) 海岸林の造成手法に関する最近の動向—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—。海岸林学会誌 12(2): 41-46
- (6) 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): 35-40