

茨城県の海岸林最前線広葉樹等導入試験地における植栽 13 年後の生育状況

The growth of trees 13 years after planted at the forefront of coastal forests
in Ibaraki Prefecture

岩見洋一*1・井坂達樹*1・細田浩司*2・津田裕司*2・山口晶子*1

Yoichi IWAMI*1, Tatsuki ISAKA*1, Hiroshi HOSODA*2, Hiroshi TSUDA*2 and Akiko YAMAGUCHI*1

* 1 茨城県林業技術センター

Ibaraki Pref. Forestry Res. Inst., 4692 To, Naka, Ibaraki 311-0122

* 2 茨城県農林水産部

Ibaraki Pref. Agriculture, Forestry and Fisheries Department, 978-6 Kasahara, Mito, Ibaraki 310-8555

要旨: 海岸林最前線において、土壌改良後に植栽した針葉樹、広葉樹計 36 樹種について 13 年経過後の生育状況を調査し、土壌改良を行っていないクロマツと比較するとともに、造林地の汀線側に確実かつ長期的に林帯を形成できる樹種の選定を行った。この結果、土壌改良を行った上で海岸林最前線に導入した植栽木が 13 年経過してもクロマツと同程度の樹高を示すことが明らかになった。このことは、土壌改良を伴う混植により海岸林が造成可能であることを示唆している。なお、林分の汀線側に植栽可能な樹種として成長量と生存率の点からカイヅカイブキおよびマサキを選抜した。

キーワード: 海岸林、広葉樹、カイヅカイブキ、マサキ

Abstract: Available species in the shoreline side of the forest have been selected by checking the heights, survival rates and salty wind damages of 36 coniferous and broad-leaved species which planted 13 years ago at the forefront of coastal forests after soil improvement, and by comparing with that of *P. thunbergii* at non-improved soils. As a result, the mean height of the trees planted after the soil improvement did not show significant differences from that of the *P. thunbergii*. It might suggest availability of mixed plantation of trees with the soil improvement for establishment of coastal forest. Furthermore, *Juniperus chinensis* and *Euonymus japonicus* were selected as the species available in the shoreline side of the forest from the point of view of growth and survival rates of the trees.

Keywords: coastal forest, broad leaf trees, *Juniperus chinensis*, *Euonymus japonicus*

I はじめに

海岸林は、古くから台風などの強風や潮風などの気象害から内陸の生活を守り、農業などの経済活動の安定にも大きく貢献している(4など)。しかし本県ではマツ材線虫病被害が海岸林の海側前線部まで拡大しており、その公益的機能を維持する上でマツ材線虫病被害対策は喫緊の課題である。この対策として、現在のクロマツ単純林を、多様な樹種で構成される混交林へ誘導していくことが重要である(4など)。このような多様な樹種を海岸部に植栽する試験は国内各地で行われているが(2など)、地域で気象・立地環境が異なるため、本県の環境に適した樹種の選定や、育成技術の開発が必要となる。本県では、これまでに内陸(汀線から 600m程度)の海岸クロマツ林の林床に各種の広葉樹を植栽する試験に取り組み、健全に育成する樹種を確認する(5など)、一定の成果が得られており、この成果をもとに、潮風等の影響が比較的少ない汀線からやや離れた海岸林に広葉樹等を導入する事業が行われている。一方、海岸林最前線については汀線付近の砂地を全面的に土壌改良した上で、広葉樹等を導入する試験に取り組み、植栽 4 年 9

ヶ月目までの生育状況から導入に適する樹種を選定し、早期緑化手法を明らかにした(1,5)。しかし、海岸林の公益的機能を長期的に発揮させることを目的とし、多様な樹種を導入する事業を実施するためには、より長期的に林分の生育状況を試験等で把握し、事前に植栽後の生育ビジョンを明らかにしておく必要がある。

そこで本研究では、①植栽後 13 年を経過した海岸林最前線土壌改良試験地において広葉樹等の生育状況を把握するとともに、同齡の海岸クロマツ林の樹高等を調査し、両者の林況を比較することで、海岸林最前線におけるクロマツの代替樹種として、広葉樹等の適用の可能性を検討した。また、本試験地においては、潮風等の被害から造林地を保護する構造物や、造林地のうち海側から 1~4 列目程度の汀線に最も近い部分(以下、「最前縁」と表記)の個体が構築する林帯が、その風下側の個体の成長を促すという報告があり(1)、海岸林の公益的機能を早期に発揮させるためには、最前縁に植栽すべき樹種を適切に選択し、林分全体の生長を促進させることが重要と考えられる。このため、本研究では、②植栽 13 年後の生育状況調査から、気象等

の環境条件が最も厳しい海岸林の最前縁に確実かつ長期的に林帯を構築できる樹種の選定を行った。

II 試験地の設定

試験は、茨城県鉾田市上釜の海岸クロマツ林の海側最前線、汀線から約40m内陸に位置する砂地で実施した。試験地の土壌は砂丘未熟土壌である。試験地は、汀線に沿って南北に100m、幅10mの1,000m²とし、2002年2月に試験地全面を土壌改良した。土壌改良は、窒素量で778.8g/m³となるよう資材を投入し(3)、深さ65cmまでを改良した(6)。すなわち、バックホウで深さ65cmまで掘り起こし、有機質土壌改良資材として下水汚泥脱水ケーキから製造した下水汚泥コンポスト(エコグリーン、日立市企業局下水道部)250m³を15cmの厚さで敷き詰めた。これは砂層中の水分が下方へ流亡するのを減らす目的で施用した。残りの厚さ50cmの部分には、下水汚泥コンポスト35m³、パーク堆肥(常陸ユーキ、日立電線ロジテック(株))4m³、鶏糞(グリーンフレイマ、イセファーム(株))2.7m³、客土150m³および砂(現地残土)を投入し、深さ50cmまでを深耕ロータリーで耕耘後、ブルドーザで敷き均した。

一連の土壌改良後、静砂垣(高さ1.2m)を試験地の海側100mに設置した。次に、それと直角に10m間隔で長さ10mの静砂垣で全体を10ブロックに区切り、10×10mを1区画とした4種類の試験区、合計10区(種類としてはA1区、A2区、B区、C区)を設けた(図-1)。約1ヵ月後の2002年3月に、針葉樹3樹種、広葉樹33樹種(落葉広葉樹13樹種、常緑広葉樹20樹種)を植栽した。区ごとの植栽樹種は表-1のとおりで、A1およびA2区には茨城県の海岸付近に自生する18樹種、B区には茨城県に自生するが海岸付近での分布が少ない12樹種、C区には茨城県に自生しない6樹種をそれぞれ植栽した。1試験区あたりの植栽本数は各樹種の合計で330本(植栽密度33,000本/ha)、植栽間隔は約50cmとした。植栽配置は東西方向に20列で、最も海側の4列は針葉樹を(A区:クロマツ、B区:イブキ、C区:カイヅカイブキ)、残りの16列には主にマサキやトベラ等を汀線側に配置し広葉樹を植栽した。苗木は入手可能な苗高が限られたクロマツ、イブキ(約30cm)、カイヅカイブキ(約100cm)を除き、苗高50cm程度のものを用いた。植栽完了後、粒状化成肥料(ちから24号、日本林業肥料(株)、N:P:K=8:8:8)を1試験区あたり2.2kg散布し、苗木の根元に稲わらを敷設した。これら試験地造成の詳細については(5)による。

なお、北から9番目の試験区(B区)は、2011年11月に治山事業の用地として使用されるため全て伐採され、この影響で北から10番目の試験区(A1)については、全体が潮

表-1. 植栽した苗木の樹種と本数

Table 1 Tree species and the number of a planted nursery tree

樹種	A1区	A2区	樹種	B区
アキグミ	8	8	アオキ	25
イボタノキ	16	16	イタヤカエデ	16
エノキ	26	33	イブキ	76
ガマズミ	16	16	カクレミノ	17
クロマツ	102	68	カシワ	25
コナラ	16	25	ケヤキ	16
シロダモ	8	8	シラカシ	24
スタジイ	26	25	トチノキ	16
タブノキ	24	24	マテバシイ	50
トベラ	16	26	ミズナラ	24
ネズミモチ	8	8	ムラサキシキブ	16
ネムノキ	8	8	ユズリハ	25
ヒサカキ	16	16	計	330
マサキ	8	17		
マユミ	8	8	樹種	C区
モチノキ	8	8	ウバメガシ	49
ヤブツバキ	8	8	カイヅカイブキ	76
ヤブニッケイ	8	8	サンゴジュ	56
計	330	330	シャリンバイ	49
			トウネズミモチ	59
			ヤマモモ	41
			計	330

風にさらされ樹高成長が著しく阻害されたため、両区は調査対象から除外した。また北から1~5番目の試験区の汀線側から一列目の一部は工事用地に使用するため伐採されており、当該箇所植栽された個体についても、調査対象から除外した。

III 材料と方法

1. 海岸林最前線土壌改良試験地と、隣接クロマツ林の植栽

13年後の樹高 2015年4月(植栽13年経過後)に試験地において樹高と潮風害の有無を調査した。また、対照として、同時期に土壌改良をせず事業的に植栽したクロマツについて、樹高や潮風害の発生状況を調査した。対照地は、海岸防災林造成事業により試験地の南側に隣接した砂地に2003年2月に植えられたもので、調査は2015年9月に行った。なお、対照地は試験地と異なり、植栽木を潮風害等から保護する丸太防風柵(高さ2.3m)が、前面に設置されている。

2. 海岸林最前縁への植栽樹種の検討

既報では(5)、本試験地において生存率と樹高成長量に優れる樹種として、植栽した36樹種のうち10樹種を海岸林最前縁への導入に適した樹種として選抜したが、今回は、これらの中から海岸林を造成する際に最前縁に植栽すべき樹種を検討するため、試験地のうち、より海側に生存個体が存在せず潮風を直接受ける位置で生育した4樹種(カイヅカイブキ(C区1~4列)、マサキ、トベラ、エノキ(以上A区5~10列))の樹高および生存率を調査した。なお、クロマツは既報(5)において選抜した10樹種に含まれていたが、汀線側の隣接地が治山事業の作業道として10cm程度盛り土され植栽地に滞水する期間が増えるなど、生育環境が悪化したことに

伴い、クロマツ (A 区) は枯死や生育不良となる個体が多
数確認されたため比較対象として使用しなかった。また、
試験地内の全生存木の樹高を計測し、最前縁に植栽された
個体による風下側の植栽個体に対する保護効果を確認し
た。

IV 結果および考察

1. 海岸林最前線土壌改良試験地と、隣接クロマツ林の植栽
13年後の樹高

対照地のクロマツでは、丸太防風柵の高さを
超えた一部の枝にのみ潮風害が発生したのに対し、試験
地では静砂垣が 10 年目までに全て倒壊したため、マサキ
などを中心に多くの樹種で被害が発生していた。しかし、
試験地と対照地の樹高を比較した結果、試験地の全生存木
の平均樹高(±標準偏差)は 266.2±67.7cm, 対照地は 258.1
±20.3cm となり、両者に有意差は認められなかった
(Student's t-test, $p<0.05$)。これまで同試験地の調査結果
では、植栽 4 年 9 ヶ月後の調査から、何らかの原因で海岸
林の最前線が破壊された場合、苗木植栽前の土壌改良と適
切な樹種の導入によって早期復旧・緑化が可能(2)としてい
た。本研究では、上記の結果に加え、海岸林最前線に土壌
改良後、広葉樹等を導入した場合、植栽 13 年を経過した
林分が最前線の厳しい環境に適応しつつ、クロマツと同等
程度の樹高の林帯を形成することを明らかにできた。この
ことは、今後、治山事業等で海岸林最前線に同様の手法で
広葉樹等を導入した場合、その林分が、10 年以上にわたり
クロマツと同等の公益的機能を維持・発揮し続けられる林
分となる可能性を示唆している。なお、事業の実施に当た
っては、後述する手法等で現場に適した樹種のみを選択的
に植栽することで、本試験地以上に樹高が高く防災機能の
高い林分を早期に形成できるものと考えられた。

2. 海岸林最前縁への植栽樹種の検討

調査した 4 樹種の
生存率および樹高を表-2 に示す。4 樹種の生存率は、高い
順にマサキ 100.0%、カイツカイブキ 67.9%、トベラ 52.9%、
エノキ 4.8%である。エノキは、周囲に植栽されたマサキ
が旺盛に成長し、これにより被圧されたことで多くの個体
が枯死した。また、トベラについてもマサキに隣接して植
栽した個体はエノキと同様に被圧されて枯死したのを確
認した。このため海岸林最前線における植栽樹種として、
マサキは、エノキやトベラ以上に適する樹種と考えられ、
さらに生存率が高いことから低密度に植栽しても林帯を
形成できる可能性が高く、より低コストに導入できる樹種
であると判断した。なお、マサキとカイツカイブキは 2.5m
程度の幅に生育する個体を確認しており、植栽間隔 50cm
の試験地では隣接木と重なり合い林帯を形成し、最前縁で
十分に潮風を捕らえていた。次に平均樹高については、高

表-2. 苗木の樹高と生存率
Table 2 The height and survival rates of nursery tree

樹種	植栽数	生存数	生存率 (%)	樹高 (cm) (平均±標準偏差)
カイツカイブキ	28	19	67.9	254.7 ± 36.7 a
マサキ	16	16	100.0	215.4 ± 36.4 b
トベラ	17	9	52.9	188.6 ± 9.7 b
エノキ	42	2	4.8	207.0 ± 7.0

注) 異なる小文字のアルファベットは Scheffe 法で有意差が認められ
たことを示す ($p<0.05$)

い順にカイツカイブキ 254.7cm, マサキ 215.4cm, エノキ
207.0cm, トベラ 188.6cm である。特に、カイツカイブキ
は、マサキ、トベラと比較し、有意に樹高が高くなること
が明らかになった(Scheffe's test, $p<0.05$)。このことから、
本試験では、海岸林最前線に土壌改良した上でクロマツと
異なる樹種を植栽する際、最前縁にはカイツカイブキおよ
び生存率のよいマサキを中心に植栽することが有効な手
法であると判断した。なお、マサキはほとんどの新梢が潮
風害を受けていたが、カイツカイブキには同被害がほとん
ど確認されず、このことが植栽木の樹高を決定する一つの
要因と考えられた。ただし、カイツカイブキは、土壌改良
の量が少なく、飛砂量が多い試験地においては潮風害を確
認しており、最前縁に同樹種を植栽するにあたり一定量の
土壌改良は必須の条件と考えられた。

次に植栽 13 年後における生存木の樹高の分布を図-1 に示
す。試験地北端に良好な生育を示す個体が集中しているが、
これには、北側隣接地のクロマツが生育する高さ約 6m の
丘の保護効果を受けた(2)個体が含まれている。また、図-1
から植栽地全体の中でもカイツカイブキの樹高が高く最前
縁にもかかわらず良好な生育を示していることが確認でき
た。そして、カイツカイブキが形成する林帯の南西方向風下
側(生育期の主風向は北東)に植栽された個体は良好な生育
を示す個体が多く、植栽後 13 年を経過しても最前縁の植栽
個体による風下側に植栽した個体に対する保護効果を確認
できた。なお、現地においても、成長したカイツカイブキの
林帯の風下側に生育する個体には、潮風害の被害枝が少な
く良好に生育することを確認できた。このため、海岸林最前
線に広葉樹等を導入する際は、最前縁に本研究で良好な生
育を示したカイツカイブキやマサキを中心に土壌改良を行
った上で植栽することで、林帯が確実に形成され、13 年間
にわたりその風下側に植栽した個体の成長を促進させるこ
とが可能となり、より早期に樹高が高く防災機能を十分に
発揮できる海岸林を造成できることが明らかになった。

V まとめ

本研究では、海岸林最前線において十分な土壌

改良を行った上で広葉樹等を導入した場合、その林分が、10年以上にわたりクロマツと同様に公益的機能を維持・発揮し続けられる林分となる可能性が示唆された。また、海岸林最前線に広葉樹等を導入する際は、最前線にカイヅカイブキやマサキを中心に植栽することで、林帯が確実に形成され、かつ13年間にわたりその風下側に植栽した個体の成長を促進させる効果を期待できるため、より早期に樹高が高く防災機能を十分に発揮できる海岸林を造成できることを確認できた。今後は、これらの手法を活用しつつ、内陸側に植栽すべき個体の選定やその植栽密度、必要な土壌改良の量等を検証し、これまでの研究成果も含めて低コストで実用的な技術を確認する必要がある。

引用文献

- (1) 細田浩司・引田裕之・海老根晶子・村松晋(2006) 海岸防災林最前線に土壌改良後に植栽した樹種の現地適応性. 第57回日本森林学会関東支部大会発表論文集：97-101.
- (2) 金子智紀(2012)秋田県の海岸砂丘地における広葉樹・クロマツ混交林の成長：林孔植栽10年目の生育事例 水利科学 56(2) :61-71.
- (3) 益子義明(1989)下水汚泥コンポストの樹林地に対する有効利用に関する研究. 茨城県林業試験場研究報告 18 : 1-38.
- (4) 村井宏・石川政幸・遠藤治郎・只木良也(1992) 日本の海岸林. 513pp. ソフトサイエンス社, 東京.
- (5) 津田裕司・細田浩司・横堀誠(2008)マツ材線虫病に強い海岸林の造成に関する研究 -針広混交林化に適する樹種と苗木植栽前の土壌改良- 茨城県林業技術センター研究報告, 28 : 1-30.
- (6) 横堀誠(1995)有機質土壌改良資材を活用した埋立砂地での緑化林造成. 第31回治山林道研究発表論文集：131-138.

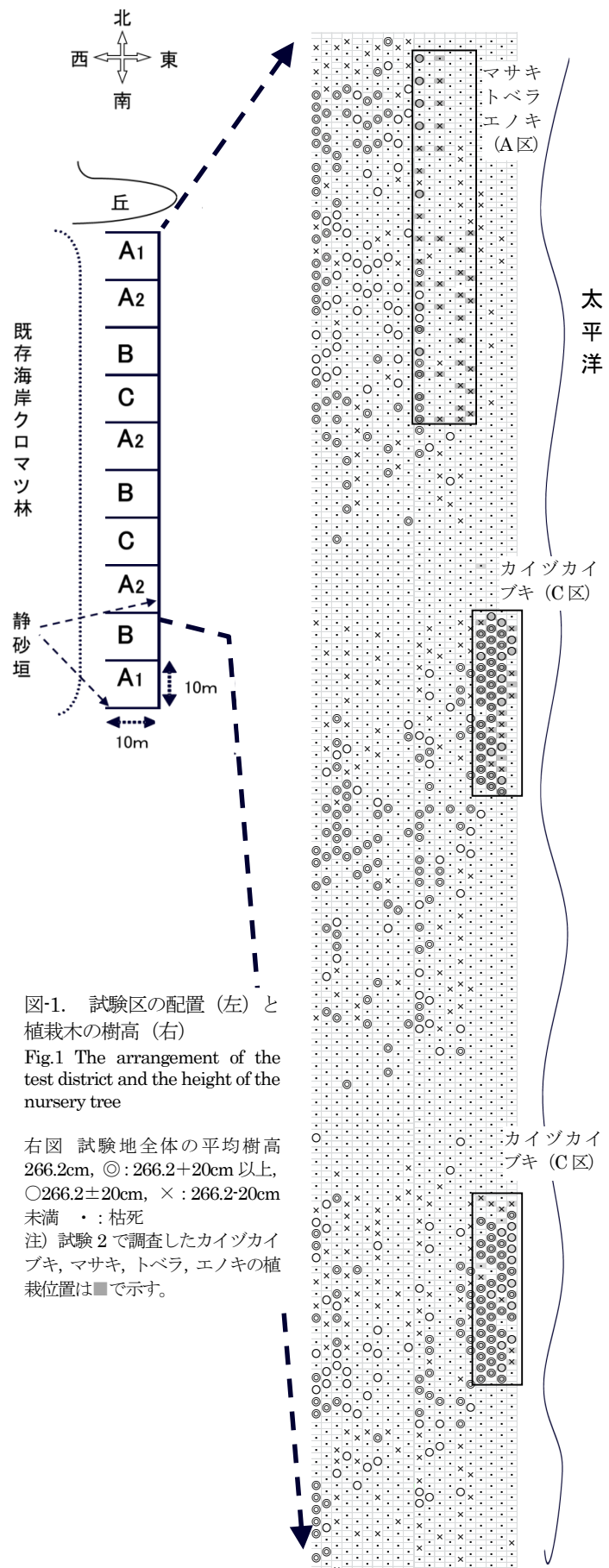


図-1. 試験区の配置 (左) と植栽木の樹高 (右)

Fig.1 The arrangement of the test district and the height of the nursery tree

右図 試験地全体の平均樹高 266.2cm, ⊙: 266.2+20cm 以上, ○: 266.2±20cm, ×: 266.2-20cm 未満, ·: 枯死
注) 試験2で調査したカイヅカイブキ, マサキ, トベラ, エノキの植栽位置は■で示す。