

海岸クロマツ林の低密度植栽の可能性

—十分な防風対策下での初期成長—

小倉 晃^{*1}・坂本知己^{*2}・渥美幸大・八神徳彦

要旨：人工砂丘等の防風対策が十分な石川県内の海岸クロマツ林において 10,000 本/ha 植栽地と 5,000 本/ha 植栽地および低密度 (2,500~3,000 本/ha) 植栽地で成長を調査し、低密度植栽の可能性について検討を行った。その結果、10,000 本/ha 植栽地と低密度植栽地の初期上長成長に差がないと考えられた。また、林冠閉鎖までの期間は数年の差であった。よって、防風対策が十分な海岸クロマツ林において低密度植栽を行っても、公益的機能を発揮させる林分として成林することが可能であり、防風林を成林させるという点では大きな差がなかった。加えて、低密度植栽は植栽経費とその後の管理経費や労力が大きく削減できるメリットがあった。

キーワード：海岸林、クロマツ、低密度植栽、防風工

I はじめに

現在のクロマツ海岸林造成では 10,000 本/ha 植栽という高い植栽密度を基準とし、高温乾燥の砂地、潮害、飛砂という過酷な条件から、早期にうっ閉させる方法が一般的である(橋岡,1992)。高密度に植栽した林分を適切に管理するために、森林総合研究所(2011)が示した林冠高に対応する目標立木密度にしたがって除伐を行った場合、10,000 本/ha の植栽地では林冠高が 3 m に達する頃から数年間は毎年、数 10% の除伐を行わなければ適正な本数にならない。このような適正な管理は多くの林分で行われていないようである。生育にともなって除伐を行わなければ、林分は過密化し、諸被害に弱い不健全な森林となる。過密化した林分は、個々の立木が脆弱化し、飛砂防備、潮害防備等の機能が低下するおそれがある。そのため、林野庁(2015)が示した「治山技術基準の改正」による海岸防災林の植栽本数は「植栽本数の決定にあたっては、本数調整伐等の保育作業の時期等についても考慮する」と記載され、植栽密度基準の変更を行っている。このように植栽密度基準を見直し、低密植栽についての基準が求められている。よって、植栽本数の見直しは喫緊の課題ではあるが、低密度植栽の事例が少ないのが現状である。しかし、石川県では防風対策が十分と思われる海岸前線部の一部の植栽地で試験的に 5,000 本/ha 植栽を実施しており、防風工の高さを越えるまで上長成長し、成林している箇所が多く見られる。そこで、本県における海岸クロマツ林の生育状況を植栽密度に注目しながら、活着率、

生存率、成長および樹冠閉鎖時期について調査を行った。調査の結果と 10,000 本/ha 植栽の成長を比較することで、低密度植栽にしても 10,000 本/ha 植栽に劣らず成長し成林する可能性について検討を行った。

II 方法

1 調査地の概要

調査地(図-1)は石川県かほく市白尾・大崎地内(以下、白尾)と石川県白山市湊町(以下、



図-1 調査地

*1：石川県中能登農林総合事務所、*2：森林総合研究所東北支所

湊)にある県が施工した海岸クロマツ林である。白尾には2001年度、2003年度、2005～2011年度に植栽したクロマツ林が合計約4.5haある。調査地には汀線から約70m陸側に高さ5m程度の人工砂丘が設置されている。人工砂丘の上には高さ2mの丸太防風柵B型が設置されている。人工砂丘の内陸側には高さ2mの防風垣で一辺30mの方形に区切られており、その中は高さ1mの静砂垣で一辺10mの方形に区切られている。2001年度と2006年度は一辺10m方形にクロマツが100本(10,000本/ha)、それ以外の年は50本(5,000本/ha)植栽されている。湊には約1.5haのクロマツ林がある。そのうち若齢である2007～2010年度に植栽した箇所が約0.9haあり、その植栽条件は白尾と同等である。若齢林の海側には、防風工の高さを少し超えたクロマツ林が幅15m程度あり、次に人工砂丘があるが、人工砂丘の上には防風柵が設置されていない。2007～2010年度の植栽内訳は、クロマツ2,500本/haと広葉樹(エノキ、カシワ、モチノキ、一部ネムノキ)2,500本/haの合計5,000本/haとなっている。クロマツと広葉樹は交互に植栽されており、偏った植栽はされていない。

いずれの植栽地も調査したクロマツに季節風後の葉の褐変が極一部でしか見られないこと、前線部の人工砂丘と防風柵と植栽地内の静砂垣という多重の防風施設があることから、植栽地は風、砂、潮の影響は生育に影響がない程度に緩和された、防風対策が十分な植栽地と考えられる。なお、植栽地および前線部の土質は砂である。

2 毎木調査

白尾は、2012年11月に2007～2011年度植栽地(2～6年生)において植栽年ごとに高さ1mの静砂垣で囲まれた10×10mの区画を2区画(合計100本)で行なった。調査内容は、枯死の有無、樹高、輪生枝毎の高さ、直径(地際または胸高)、枝張り(4方向)である。また、2013年11月にも2008～2011年度植栽地(3～6年生)について、追跡調査を行なった。なお、7年生以上になると立木間は枝が重なり合い、樹高成長の調査が非常に困難なため、2001、2003、2005、2006年度の植栽地では各年度毎に10本の立木を伐採し、伐採木の樹高、輪生枝毎の高さ、胸高直径を測定後、胸高直径部位の円板を持ち帰り、年輪幅を測定し、各林齢の胸高直径を推定した。また、湊は2015

年7月に2008、2010年度に植栽した1区画と2区画で同様の毎木調査を行った。広葉樹に関しては枯死の有無、樹高および直径について調べた。なお、各林齢におけるクロマツの樹高は輪生枝の高さとしている。

III 結果および考察

1 白尾の生育状況

2007～2011年度植栽地の毎木調査結果を表1、2に示す。2010年度植栽地を除くと、生存率は96%以上と非常に高かった。2010年度植栽地は調査時に幹が消失した個体もあったことから、植栽後すぐに枯れたと推察される。隣り合う2009年度植栽地と2011年度植栽地の生存率は96%と100%と非常に高いことから、2010年度植栽地の生存率72%という低さは低密度に植栽したことが原因ではなく、植栽時の苗の状態、植栽技術、植栽後の気象等複数の要因が重なったためと推察される。また、2010年度植栽地の樹高成長が2011年度植栽と差がないのは、植栽直後のダメージからの回復が遅れたためと考えられる。

各樹高成長(図-2)を比較すると、2006年度植栽の10,000本/ha植栽地と2005年度植栽の5,000本/ha植栽地では、植栽直後は5,000本/ha植栽の成長が良いが、植栽後6年以降はほぼ同じ樹高成長をしている。2001年度植栽地の10,000本/ha植栽と2003年度の5,000本/ha植栽は、それらよりも成長が悪い。2007～2011年度の5,000本/ha植栽地の樹高成長は上長成長の悪い2001年

表-1 2012年毎木調査結果(白尾)

植栽年	林齢 (年生)	現存 密度 (本/ha)	生存 率 (%)	樹高(cm)		直径(mm)		平均 枝張り (cm)	
				平均	標準 偏差	地際 平均	胸高 平均		標準 偏差
2011	2	5,000	100	42	6	11	—	2	24
2010	3	3,650	72	42	17	12	—	3	40
2009	4	4,800	96	98	19	35	—	6	100
2008	5	5,000	100	163	39	—	19	7	141
2007	6	4,850	97	202	84	—	34	14	158

表-2 2013年毎木調査結果(白尾)

植栽年	林齢 (年生)	現存 密度 (本/ha)	生存 率 (%)	樹高(cm)		直径(mm)		平均 枝張り (cm)	
				平均	標準 偏差	地際 平均	胸高 平均		標準 偏差
2011	3	5,000	100	72	15	22	—	4	63
2010	4	3,600	72	75	18	26	—	7	74
2009	5	4,800	96	154	31	—	19	4	151
2008	6	5,000	100	219	52	—	26	9	168

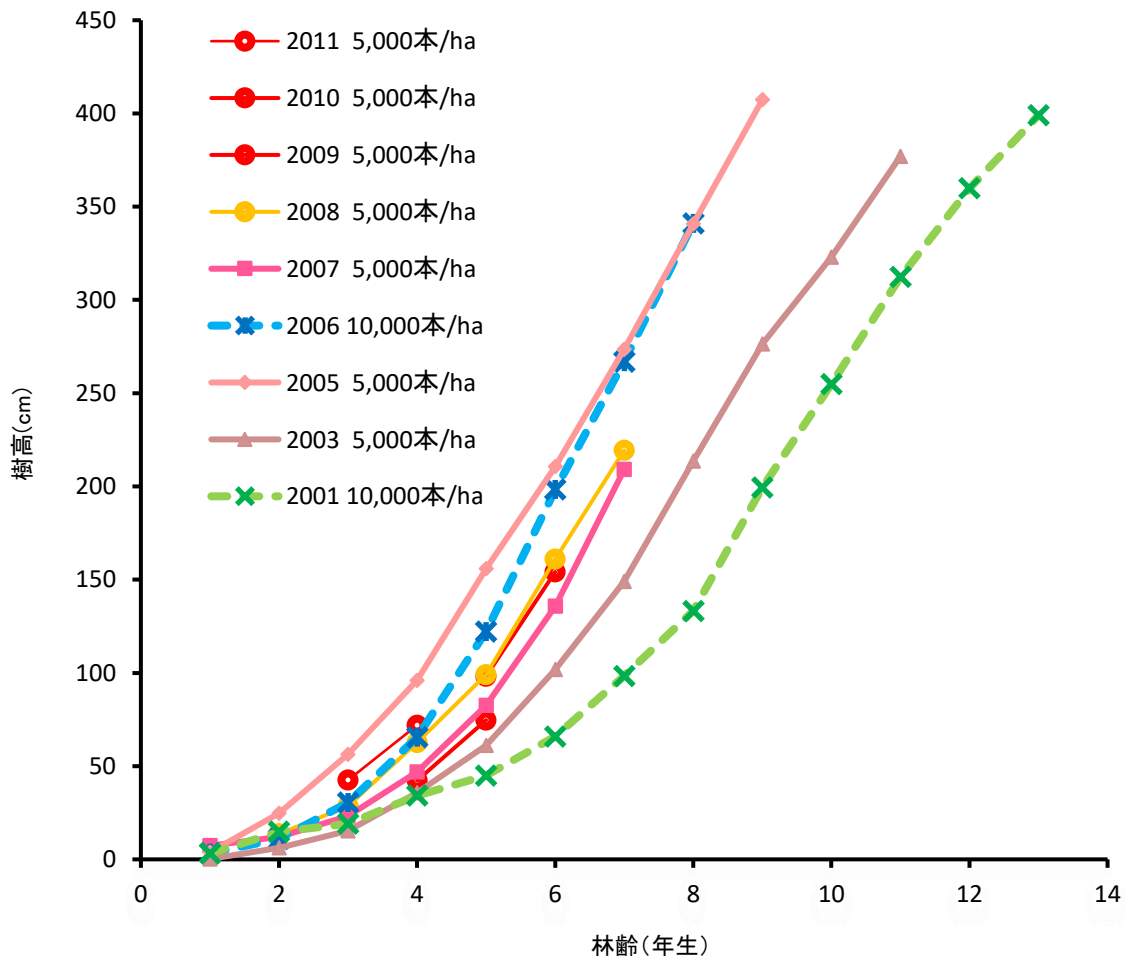


図-2 林齢毎の樹高(白尾、実線は5,000本/ha、破線は10,000本/ha)

度植栽地 (10,000 本/ha 植栽) と上長成長の良い 2005 年度植栽地 (5,000 本/ha 植栽) と 2006 年度植栽地 (10,000 本/ha 植栽) の間にある。本調査地は幅が約 100m、長さが約 600m の砂質土壌下で防風工の条件も同じであることから、環境要因は同一条件と考えられる。また、2005 年度植栽を除く 5,000 本/ha 植栽の上長成長は、2001、2006 年度植栽の上長成長の間にあり、密度の差による成長の差はみられなかった。

2 湊の生育状況

湊のクロマツと広葉樹の調査結果を表-3 に示

表-2 毎木調査結果 (湊、クロマツ・広葉樹)

項目	生存率	平均樹高	密度	
		cm		本/ha
2010 ①	クロマツ	92%	259	2,300
	広葉樹	64%	81	1,600
2010 ②	クロマツ	76%	250	1,900
	広葉樹	64%	124	1,600
2008	クロマツ	100%	320	2,600
	広葉樹	48%	170	1,200

す。各プロットのクロマツと広葉樹を比較すると、広葉樹は生存率も低く、成長も非常に悪く、枯死寸前の個体も多く見られる。湊のクロマツと広葉樹の合わせた立木密度は 3,500~3,900 本/ha である。しかし、広葉樹はクロマツの生育に影響をほとんど及ぼしておらず、数本のカシワがクロマツよりも少し劣る程度で生育している。一部でクロ

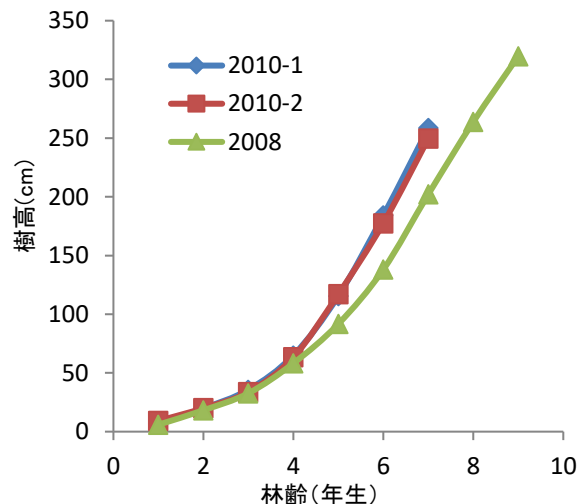


図-3 林齢毎の樹高(湊)

マツとカシワの植栽間隔がクロマツ同士の間隔よりも狭いことから、今回は2,500~3,000本/haの低密度植栽として扱う。

湊の低密度植栽のクロマツの樹高成長は図-3に示すとおり、2008、2010年度共に3年生まではほぼ同じ樹高成長をしているが、2008年度植栽は2010年度植栽よりも4年生から若干成長が劣りはじめ、6年生にかけて成長が悪くなっている。また、2010年度植栽では、プロット間の差はなかった。

3 生育密度と樹高成長の関係

本研究の調査地はいずれも人工砂丘、防風柵、静砂垣で保護され、バックホウ等によって整備した植栽地であることから、調査地間ではその環境条件に大きな差がないと考えられる。このように人工的に防風対策が行われた植栽地の白尾と湊の10,000本/haと5,000本/ha植栽および低密度植栽の平均樹高成長を図-4に示す。極わずかではあるが、10,000本/ha植栽が他よりも良いが、いずれの密度も大差のない樹高成長をしている。

4 樹高成長と枝張りの関係

樹高と枝張りの関係を図-5に示す。この図より、10,000本/ha植栽(植栽間隔約1.0m)では植栽後4年程度で、5,000本/ha植栽(植栽間隔約

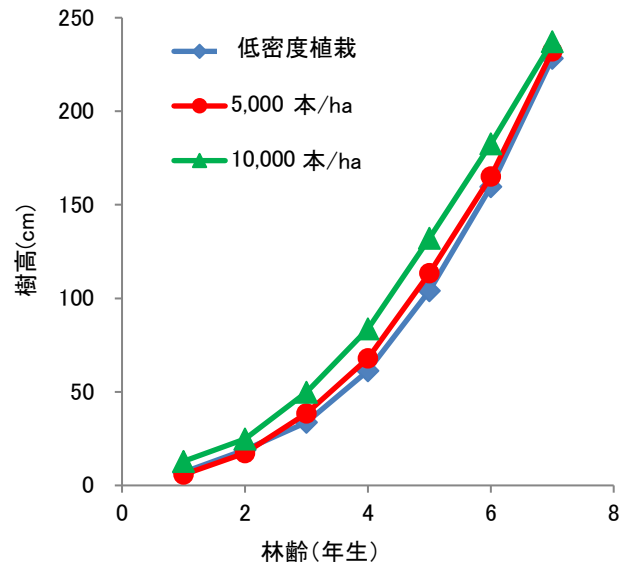


図-4 密度の違いによる樹高成長

1.4 m)では植栽後5~6年程度で、2,500~3,000本/haの低密度植栽(植栽間隔1.8~2.0m)では植栽後6~7年程度で、植栽木の枝同士が重なり合う林冠(林床)閉鎖が起こると考えられる。林冠(林床)が閉鎖した時点を経過した植栽地から飛砂の発生がなくなり、飛砂防備機能が発揮され始める時期と考えると、低密度にすることにより、飛砂防備機能を発揮できるようになる時期は遅れることになる。しかし、植栽密度を下げることで飛砂防

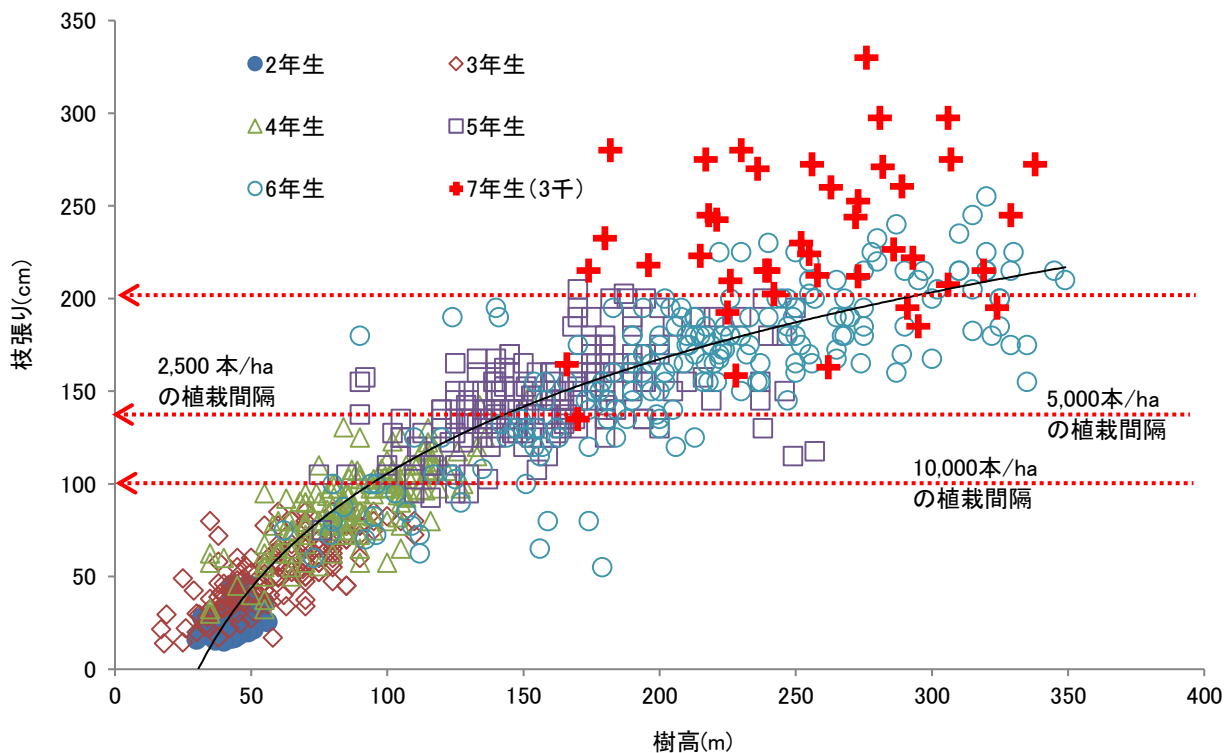


図-5 樹高と枝張りの関係(5,000本/haに3,000本/haを追加)
近似曲線は5,000本/haのR値を示す

備林として機能し始める時期は遅くなるが、林分の形体は大きく変わるわけではなく、また、それまで全く機能しないわけでもない。

以上のように、防風対策が十分な植栽地では、低密度に植栽しても初期成長に大きな影響が無く、飛砂防備林の機能も大きく損なわれるわけでないから、2,500～3,000本/haの低密度の植栽は可能と考えられる。

また、小倉、坂本(2015)では、植栽密度10,000本/ha、5,000本/ha、2,500本/haそれぞれが樹高5.5m立木密度2,500本/haになる時までの直接工事費を示している。10,000本/haと比較すると植栽本数を半分にすると経費も半分程度、植栽本数を4分の1にすると経費も4分の1程度になる。植栽密度を下げることは鬱閉時期を遅らせるので、下刈り期間が長くなる植栽密度もあるが、植栽後5年程度になると、樹高は1m以上となり、多くの場所で下刈りの必要は無くなると思われる。

植栽本数を減らすとことで経費は大きく下がり、初期ほど重要な除伐の開始時期を遅らせることで、過密化しやすい期間を減らすという大きな利点がある。

6 低密度植栽地の密度管理の提案

低密度植栽を行った場合の密度管理について検討する。石川県の場合、雪害の危険性と冬期の季節風が非常に強いことから、森林総合研究所(2011)が示した「林冠高に対応した目標立木密度」を形状比60、相対密度55%にしたがって密度管理を行うこととする。2,500本/ha植栽の場合1回目の除伐は、樹高が5～6mの時に行われ、植栽後10年以上経った時に行われる。このように保育期間に時間が空くため、つる切りなどの施業を必要に応じて行う必要がある。第1回目の除伐は効率などを考え、列状伐採を採用し、1伐3残を行い、伐採列は主風向に直交または汀線に平行に行う。第2回目の除伐は、残した3列の中間列を伐採する。その後は、定性伐採を行い優勢なものを残していく。以上の密度管理と目標立木密度について図-6に示す。このような密度管理を行うのは順調に上長成長ができる林分だけである。海側の最前線にある林分では、防風工の高さを越えてからはわずかな上長成長しか望めない場合もあることから、林分の成長具合を見ながら、除伐を行っていく必要がある。

IV おわりに

海岸クロマツ林の植栽については、植栽地の防風工、斜面傾斜、方位、汀線の幅、砂浜の状況等

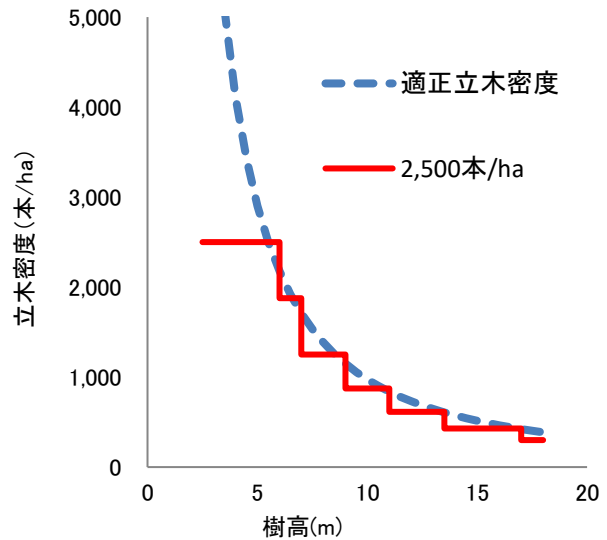


図-6 樹高と密度の関係

環境条件によって、その適正密度や成長速度も大きく異なる。このため、密度を減らしてもその公益的機能が損なわれない最低限の植栽密度については、植栽地の環境条件に合わせて決定していかなければならない。今後とも、環境条件を明らかにしながら、さらなる調査・検討をする必要がある。

引用文献

- 橋岡伸守(1992) 施業方針、「日本の海岸林」、ソフトサイエンス社 村井宏・石川政幸・遠藤治郎・只木良也編、pp. 46-48
- 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: 21-26.
- 林野庁技術基準(2015) オンライン http://www.rinya.maff.go.jp/j/sekou/kizyun/gijutu_kijun.html
- 森林総合研究所(2011) クロマツ海岸林内の管理の手引とその考え方 - 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, pp. 7-14