

## 海岸防災林に関する研究

—クロマツ海岸林の立木密度と防災効果に関する研究—  
(県単課題 昭和62年度～平成2年度)

研究員 宗方宏幸

緑化保全部長 鈴木省三  
(現 喜多方林業事務所 次長)

富樫 誠  
(現 いわき林業事務所 改良普及技師)

### 要 旨

クロマツ海岸林は密植(10,000本/ha)による造林方式が取り入れられているにもかかわらず、密度に対する管理はほとんど行われていないことから、過密林分になり防災機能の低い林分が多く見受けられる。そのため、12年生のクロマツ海岸林を対象に防災機能が高い林分構造に誘導することを目的として間伐密度試験を行った。その結果、立木密度を低くするほど肥大成長が良好であったが、海岸における厳しい生育環境や防災効果等を考慮すると適正な立木本数は5,000本/ha程度であると考えられた。また、植生調査から造成時に静砂垣に植栽されたニセアカシアがクロマツ林内に侵入し、旺盛な生育をしていることも確認された。

### I はじめに

クロマツ海岸林は強風や高潮・潮風・飛砂を防止し、周辺地域の農作物や住民の生活環境を保全する上で極めて重要なものである。特に森林の国土保全機能が重視されている今日では、その機能の十分な発揮が強く望まれている。また、レクリエーションの場としての利用も多くなり、単なる防災機能だけでなく保健保安林機能をも兼ね備えた海岸林の必要性も高まりつつある。

本県におけるクロマツ海岸林の造成方法は密植造林方式(10,000本/ha)が取り入れられている。しかし、その後の間伐等の施業は、厳しい立地環境の下で成林した海岸林に対して一時的ではあるがバランスを崩し、間伐が防災効果を低下させる恐れがあることから、今まで積極的な密度管理が行われていないことが多い。このため、これらの多くは除・間伐の手遅れから過密林分で形状比が大きく、気象害や防虫害等の被害を受けやすい。また、葉層厚が薄くなり空中塩分捕捉、飛砂防止等の防災機能の低い構造をした林分が多く見受けられる。

このような実態のなかで、クロマツ海岸林において間伐を行い積極的な密度管理をすることが、樹勢及び防災機能の維持増進に有効であるという報告<sup>1) 2) 3) 4)</sup>がされている。そこで、筆者らは本県における海岸林に対し、クロマツ海岸林の防災機能とクロマツの成長との均衡がとれた林分構造に誘導する施業体系を確立するための基礎資料を得ることを目的として間伐密度試験を行った。

## II 試験の内容

### 1. 試験地と防災林造成法の概要

昭和53年4月、いわき市平下高久下谷地地内に10,000本/ha植栽された12年生クロマツ (*Pinus thunbergii* PARLATORE) 林であり、海岸林造成時には静砂垣 (10×10m) に沿ってイタチハギ (*Ammorpha fruticosa*)、ニセアカシア (*Robinia pseudo-acacia* L.)、アキグミ (*Elaeagnus umbellata*) が植栽されている。

### 2. 試験区設定

前述の林分において昭和62年春期に、7,000本/ha区、5,000本/ha区、3,000本/ha区 (以下7区、5区、3区) の4種を設定し、1区の大きさは10×10mで3回繰り返しとした。各試験区のクロマツに対しては生育環境の急激な変化による樹勢衰退を防止するため、クロマツ1本当たり粉状木炭 3Kg、肥料は豆炭状緩効性肥料 (N10 : P10 : K10 : 苦土1) を窒素量にして15g、粒状緩効性肥料 (N12 : P6 : K6 : 苦土4) を窒素量にして5gの計20g施用した。

なお、試験区設定時の立木密度は規則的な間伐を基にha当たり7,000本、5,000本、3,000本を目標に設定したが、詳細な立木密度は表-1のとおりになっている。

表-1 試験区の立木密度

試験区	7-1	7-2	7-3	5-1	5-2	5-3	3-1	3-2	3-3
本数 (本/ha)	6,000	6,000	6,400	4,400	4,800	5,200	3,200	3,200	3,600

### 3. 調査方法

#### (1) クロマツの生育調査

試験区設定時及びクロマツの成長停止期に樹高、胸高直径、生枝下高、樹冠幅等を測定した。測定は原則として樹高は測幹ポールを用いcm単位、胸高直径はノギスを用いmm単位、生枝下高は測量用ポールを用いて5cm単位、樹冠の大きさは主幹よりそれぞれ東西南北の4方向を巻尺及び測量用ポールを用いて5cm単位で行った。

#### (2) 植生調査

平成2年9月に立木密度別にみた下層植生の出現状況をみるため、試験区の中央に5×5mのプロットを設定し、ブラウン・ブランケの被度階級を用いて植生調査を行った。また、林内にニセアカシアの侵入がかなりみられたので、5×5mのプロット内の成立本数、樹高、根元直径、樹冠幅も併せて調査した。測定は原則として樹高は測量用ポールを用いて5cm単位、根元直径は地際より高さ10cmの直径をノギスを用いて0.1mm単位、樹冠幅は東西、南北の2方向を測量用ポールを用いて5cm単位で行った。

## III 結果及び考察

### 1. 生育調査

間伐試験設定時、4年後における各試験区のクロマツの生育状況は表-2のとおりである。なお、樹冠幅は東西、南北の2方向の樹冠幅を平均した値である。

表-2 クロマツの生育状況

試験区	胸高直径 (cm)		樹高 (m)		生枝下高 (m)		樹冠幅 (m)		形状比	
	設定時	間伐4年後	設定時	間伐4年後	設定時	間伐4年後	設定時	間伐4年後	設定時	間伐4年後
7-1	4.4	5.5	3.36	4.38	0.96	1.65	1.48	1.77	76.6	75.7
7-2	3.9	5.5	3.21	4.06	1.04	1.33	1.30	1.63	86.1	77.5
7-3	4.6	5.9	3.54	4.35	1.26	1.89	1.45	1.40	80.1	79.3
5-1	4.6	6.8	3.39	4.37	1.03	1.67	1.36	1.70	76.3	67.7
5-2	4.5	6.2	3.37	4.13	1.11	1.57	1.59	1.75	77.1	69.6
5-3	4.6	6.3	3.38	4.19	1.04	1.37	1.55	1.40	74.9	67.6
3-1	4.0	6.1	3.03	3.86	0.89	1.23	1.57	2.02	78.5	65.5
3-2	4.9	7.1	3.50	4.10	0.84	1.43	1.64	2.03	72.7	57.9
3-3	4.7	6.6	3.54	4.07	1.13	1.67	1.64	1.69	77.2	63.2

(1) 胸高直径

立木密度と胸高直径の肥大量との関係は図-1に示すとおりである。最も大きい肥大成長を示したのは3-2区(3,200本/ha)と5-1区(4,400本/ha)の2.2cmであり、7-3区(6,400本/ha)は1.3cmと最小の値であった。試験区全体については肥大量と立木密度の間には高い相関関係( $r=-0.884^{**}$ )が認められた。このことから、生育環境が厳しい海岸においても間伐施業を行うことにより、肥大成長が促進されることが確認できた。

また、高潮、強風に対する防災効果が高いクロマツ林は単木的に胸高直径が太いだけでなく、一定面積における胸高断面積合計も大きい林分と考えられる。ここで、間伐4年後における立木密度とha当たりの胸高断面積合計を図-2に示す。ha当たりの胸高断面積合計が最高の値を示したのは7-3区(6,400本/ha)の18.4㎡であり、最も低かった値は3-1区(3,200本/ha)の9.7㎡であった。立木密度と胸高断面積合計には高い相関関係( $r=0.857^{**}$ )が認められ、両者の間には

$$b = -38332.65 \frac{1}{p} + 23.465165$$

が得られた。このことから、立木密度が高くなるにしたがって胸高断面積合計も増加するが、増加量は立木密度が5,000本/ha付近から鈍化する傾向がみられる。

以上のことより、胸高直径からみた適切な立木密度は肥大成長量が比較的良好で、ha当たりの胸高断面積合計が鈍化し始める5,000本/ha程度と考えられる。

(2) 樹高

立木密度と樹高の伸長量との関係を図-3に示す。最も大きい伸長量を示したのは7-1区(6,000本/ha)の1.02mであり、伸長量が最小の値を示したのは3-3区(3,600本/ha)で0.53mであった。

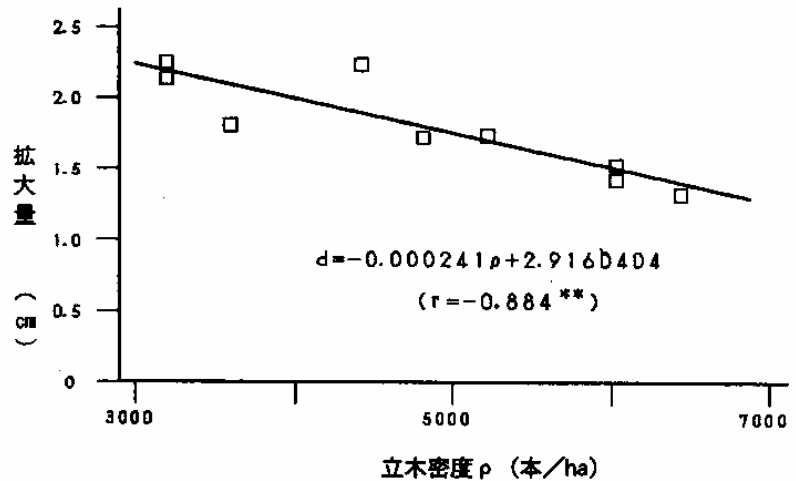


図-1 立木密度と胸高直径の肥大量との関係(設定時~間伐4年後)

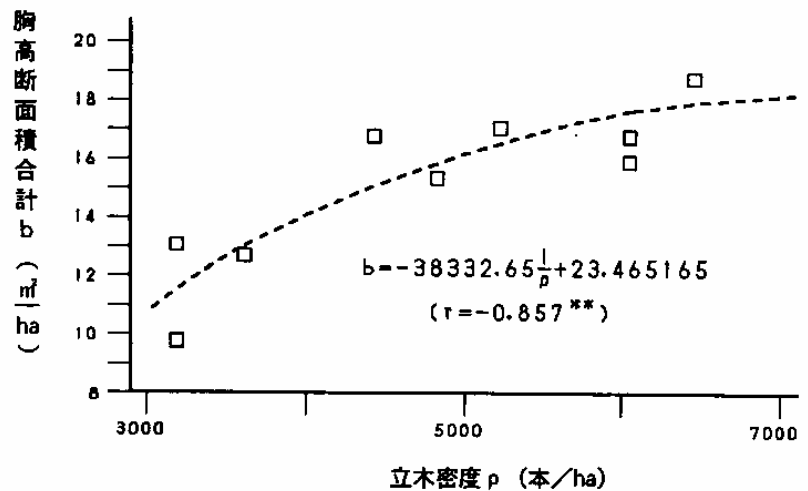


図-2 立木密度とha当たりの胸高断面積合計との関係(間伐4年後)

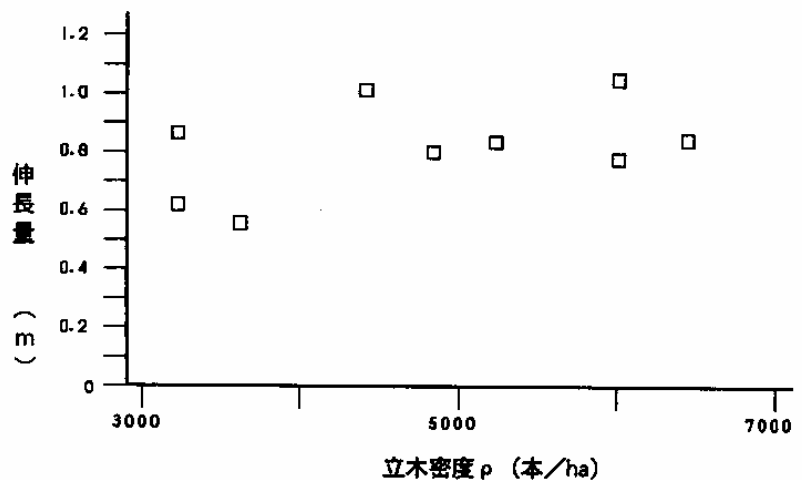


図-3 立木密度と樹高の伸長量との関係(設定時~間伐4年後)

立木本数と樹高の伸長量には低い相関 ( $r=0.473$ )ではあるが、低密度ほど伸長量が小さい傾向がみられる。このことは10,000本/haで植栽されたクロマツを一度に3,000本/haまでに間伐したために梢端部が潮風、強風の影響を直接受け、梢端の生育が阻害されたものと推察される。そのため、強度の間伐は極力避けるべきと考えられる。

### (3) 生枝下高

立木密度と生枝下高の上昇量との関係は図-4のとおりである。両者の相関関係 ( $r=0.105$ )は低く、枝下高の上昇は立木密度に関係なくばらついた値を示した。間伐施業による枯れ上がりは抑えることができる<sup>1)2)</sup>と報告されているが、本試験の結果からはそのような効果は認められなかった。

### (4) 樹冠幅

立木密度と樹冠幅の拡大量との関係は図-5に示すとおりである。3-1区 (3,200本/ha)で45cmと最大の拡大量を示したのに対して、7-3区 (6,400本/ha)では樹冠幅

が5cm短くなった。この樹冠幅がマイナスの値を示したことについては測定が5cm括約であり、わずかな樹冠幅の拡大を測定できなかったためと思われる。両者の間には低いながらも相関 ( $r=-0.428$ )があり、立木密度が大きくなるに従って拡大量は小さくなる傾向があるように思われる。

次に間伐設定時のクロマツの樹冠投影図を図-6、7、8に示す。この樹冠投影図は測定した4方向の点をフリーハンドで描き結んだものであり、これより求める樹冠占有率はクロマツの樹冠が試験区10×10mを全て占有する面積を100%とした場合の値である。各試験区の樹冠占有率は7区で80%、5区で72%、3区で50%である。同様に間伐4年後のクロマツの樹冠投影図は図-9、10、11のとおりであり、樹冠占有率は7区で88%、5区で85%、3区で66%になっている。間伐設定時から間伐4年後までの樹冠占有率の増加量は7区で8%、5区で14%、3区で16%であり、このことから立木密度が小さく、すなわち間伐量が多いほど樹冠の拡大量は大きくなる傾向が裏付けられる。また、樹冠幅の拡大については梢端部の生育と異なり強風、潮風等の影響をあまり受けずに生育するものと考えられる。しかし、一度に樹冠占有率を急激に下げる強度の間伐が梢端部の生育を阻害することも加味すると、樹冠占有率からみた適正密度は増加量が比較的良好な5,000本/ha程度と思われる。

なお、間伐4年後の5区、7区は樹冠占有率が約90%であり、概ねうっ閉しているものと推察される。

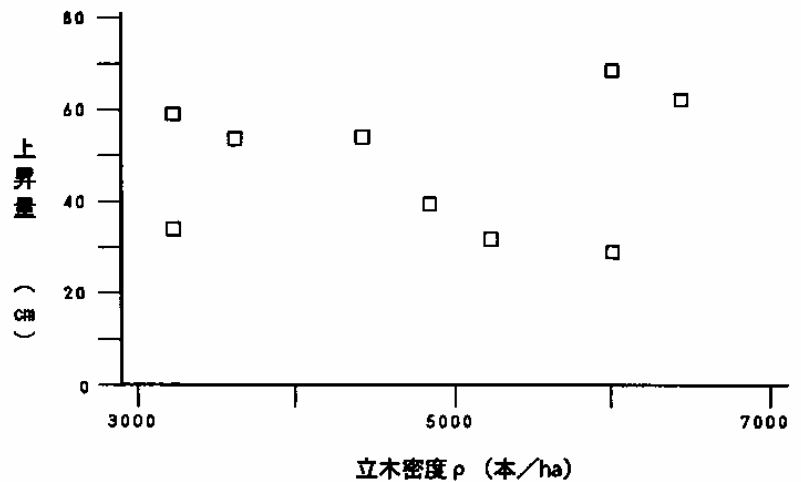


図-4 立木密度と生枝下高の上昇量との関係 (設定時~間伐4年後)

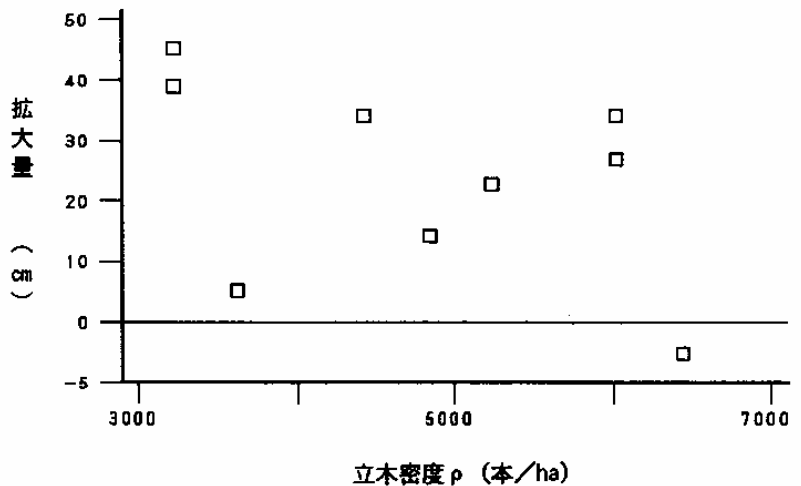


図-5 立木密度と樹冠幅の拡大量との関係 (設定時~間伐4年後)

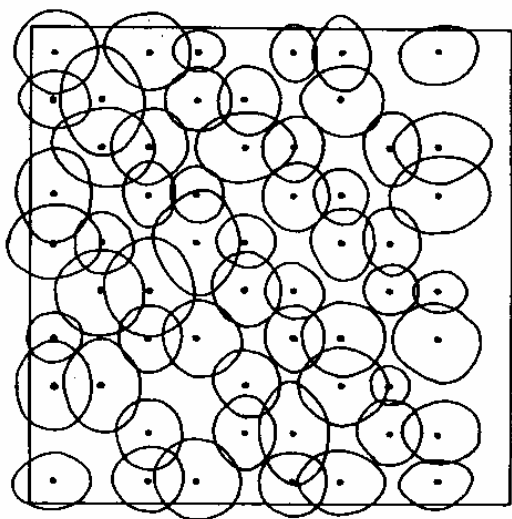


図-6 7区の樹冠投影図(設定時)

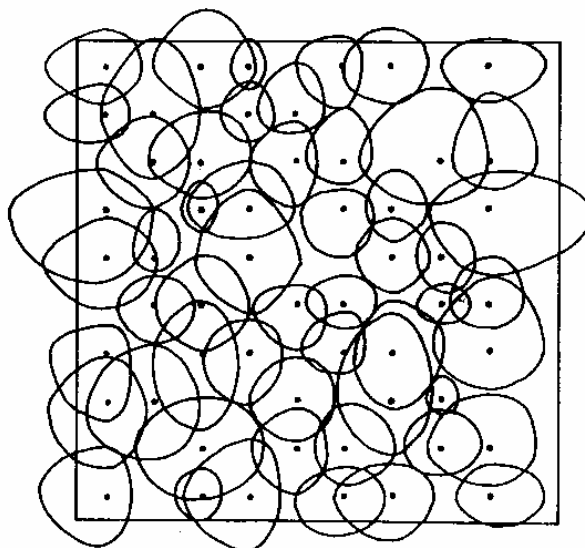


図-9 7区の樹冠投影図(間伐4年後)

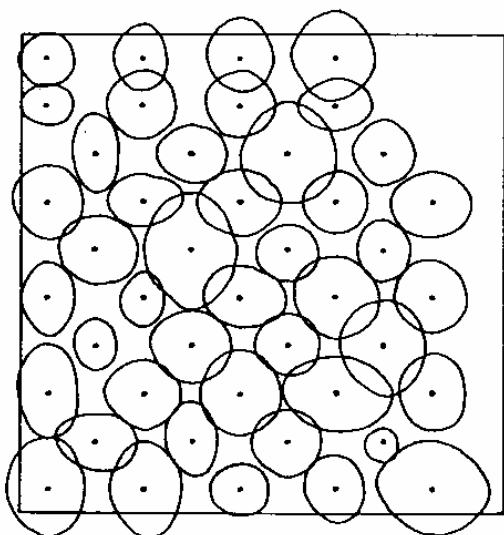


図-7 5区の樹冠投影図(設定時)

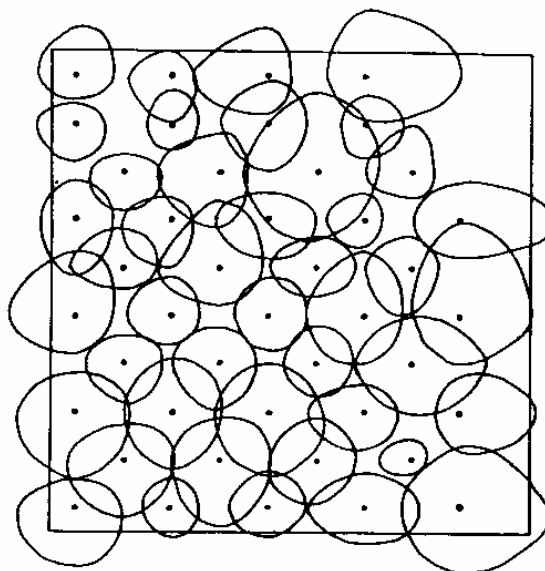


図-10 5区の樹冠投影図(間伐4年後)

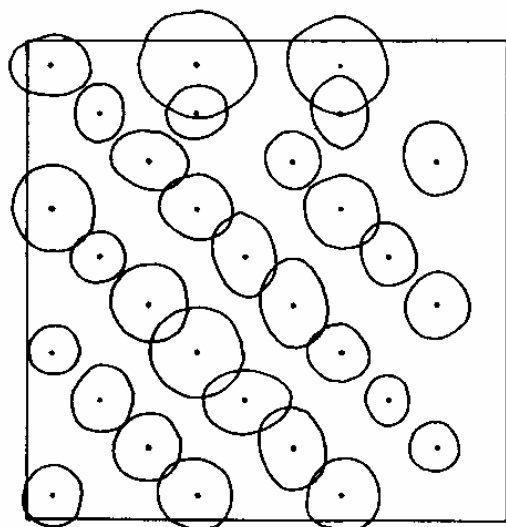


図-8 3区の樹冠投影図(設定時)

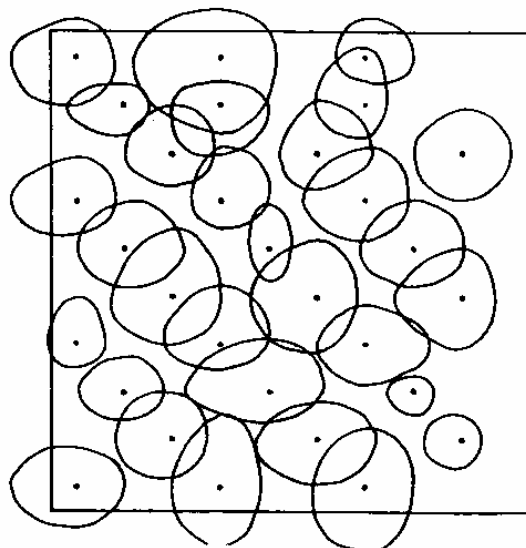


図-11 3区の樹冠投影図(間伐4年後)

小田<sup>2)</sup>は樹冠投影からみた間伐時期は林分がうっ閉し、しばらく時間が経過した頃と報告しており、これを前提とすれば5区、7区については再度間伐する必要があると思われる。

(5) 形状比

立木密度と形状比の変化量との関係を図-12に示す。3-2区(3,200本/ha)では14.8の最大変化量であったが、7-1区(6,000本/ha)、7-3区(6,400本/ha)では変化量が最も少なかった。形状比変化量と立木密度の間には高い相関関係( $r=0.894^{**}$ )が認められ、立木密度が大きくなるに従って変化量が小さくなる傾向を示した。ここで、3区の変化量が非常に大きいのは5区、7区に比較して肥大成長量が大きかった反面、伸長成長が小さかったためである。間伐4年後における形状比は表-2に示すとおりであり、5区、3区の形状比は70以下に抑えられている。一般に海岸という厳しい立地環境の中でクロマツが良好な生育をし、防災効果の高い海岸林を造成するには形状比を70以下に抑えることが必要といわれている。このことから5区、3区の樹形は防災上適切な樹形に誘導されているといえる。

2. 植生調査

(1) 植生状況

各試験区の植生調査結果は表-3のとおりである。上層には主林木であるクロマツが優占しているが、上層から中層にかけては海岸防災林造成時に静砂垣に植栽されたニセアカシアが侵入し優占していた。

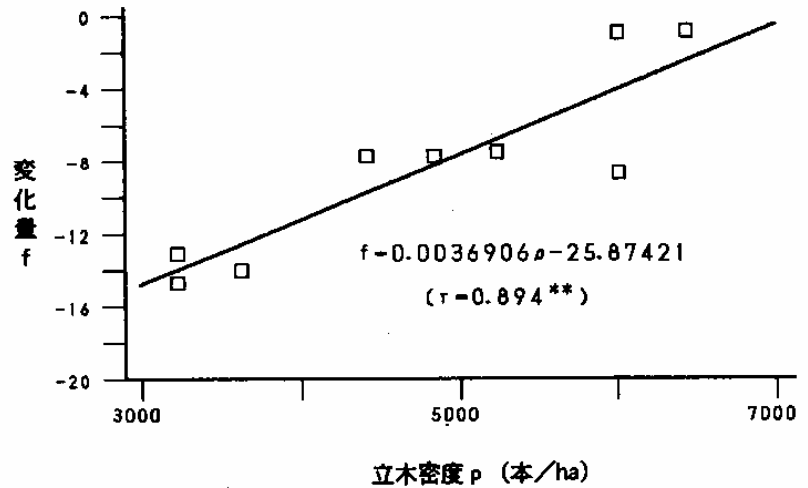


図-12 立木密度と形状比変化量との関係(設定時~間伐4年後)

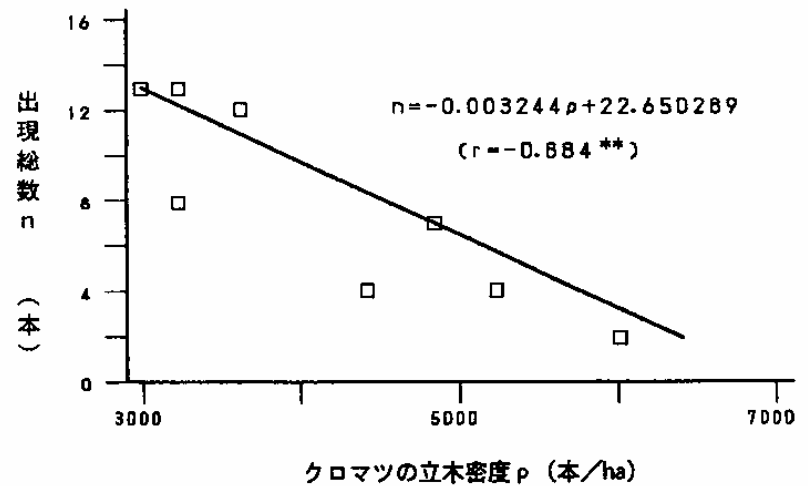


図-13 クロマツの立木密度と稚樹出現総数との関係(平成2年9月)

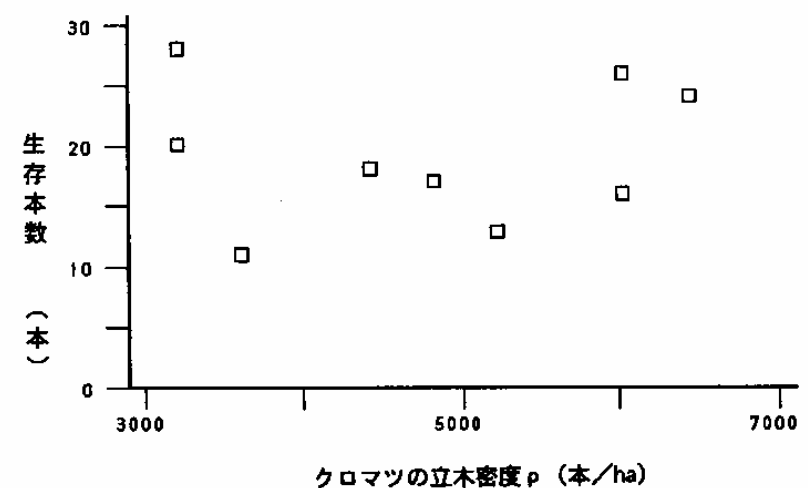


図-14 クロマツの立木密度とニセアカシアの生存本数との関係(平成2年9月)

表-3 植生調査結果

		7-1	7-2	7-3	5-1	5-2	5-3	3-1	3-2	3-3
上層部	クロマツ	5	5	5	5	5	5	4	4	4
中層部	ニセアカシア	3	3	2	3	3	2	3	3	3
下層部	RT	3	1		2		2	3	2	
	WLG		+							
	アキグミ	+	1	+	+	+			+	+
	イソヤマテンツキ			+						
	イトススキ		+							
	イヌツゲ				+					
	イブキシモツケ				+					
	カタバミ					+	+		+	
	カワラノキク		+							
	キスタ		+							
	クグリガヤツリ				+					
	クロカワズスゲ	+			+			+	+	
	コウボウムギ	+								
	コゴメガヤツリ					+			+	
	コマツナギ			+		+				1
	コメツツジ		+			+	+	+		
	ススキ	2	1	1	2	2	1	2	2	1
	スズメノヒエ	+								+
	チジミザサ					+				
	ツユクサ				+				+	
	ツルメドキ							+		
	テリハノイバフ		+	+		+	+	+	+	
	トベラ							+	+	
	ノガリヤス	+	+	+					+	+
	ハマアオスゲ		+							+
	ハマエンドウ								+	
	ハマサジ					+	+	+		+
	ハマヒルガオ							+		
	ヒメシオン			+		+				+
	ヒメジョーン	+			+			+	+	
	ヒメススキ					+				
	ヘクソカズラ	1	+		+	+			+	+
ミツバアケビ			+	+						
ミヤコグサ		+			+					
ミヤマヨメナ				+				+		
ヤナギヨモギ									+	
ヤマザクワ							+			
ヤマシロギク				+						
ヤマヨモギ	+					+	2		2	

表-4 稚樹出現本数

樹種	クロマツ	ニセアカシア	トベラ	総数
試験区				
7-1		2		2
7-2	1	3		4
7-3		2		2
5-1	7	5		12
5-2		4		4
5-3	4		3	7
3-1	11	2		13
3-2	2	8	3	13
3-3	3	5		8

表-5 ニセアカシアの生育状況

項目	本数	根元直径	樹高	樹冠幅
試験区	(本)	(mm)	(m)	(cm)
7-1	26	15.1	1.87	81
7-2	16	19.4	1.95	83
7-3	24	14.8	1.99	90
5-1	18	20.6	2.21	98
5-2	17	20.5	2.23	112
5-3	13	19.7	2.16	115
3-1	28	17.5	1.85	91
3-2	20	24.0	2.38	97
3-3	11	23.3	2.37	107

下層には全体で40種の植物が認められ、クロマツの立木密度に関係なく各試験区では8~14種の植物が生育していた。また、クロマツ、ニセアカシア、トベラの稚樹の出現総数は表-4のとおりであり、クロマツの立木密度と稚樹の出現総数との関係は図-13に示す。両者の間には高い相関関係 ( $r=-0.884^{**}$ ) が認められ、稚樹の出現合計数はクロマツの立木密度が低くなる程大きい値を示した。この意味からも、間伐施業は稚樹の発生を促進するため、将来的には複層林への誘導にも有効と思われる。

(2) ニセアカシアの生育調査

クロマツの立木密度別にみたニセアカシアの生育状況は表-5に示す。

① 生存本数

クロマツの立木密度とニセアカシアの生存本数との関係は図-14に示すとおりである。両者の間には相関関係 ( $r=0.078$ ) が認められないことから、ニセアカシア主林木であるクロマツの立木密度に関係なく、根萌芽による旺盛な繁殖をしているものと推察される。

② 根元直径

クロマツの立木密度とニセアカシアの根元直径との関係は図-15に示すとおりであり、両者の間には高い相関関係 ( $r=-0.687^*$ ) が認められた。このことからクロマツの立木密度が低くなるに従って根元直径が大きくなる傾向がある。これは主林木のクロマツを間伐したことにより低密度ほど生育空間の確保が容易になり侵入したニセアカシアの生育が助長されたためと思われる。

③ 樹高

クロマツの立木密度とニセアカシアの樹高との関係を図-16に示す。

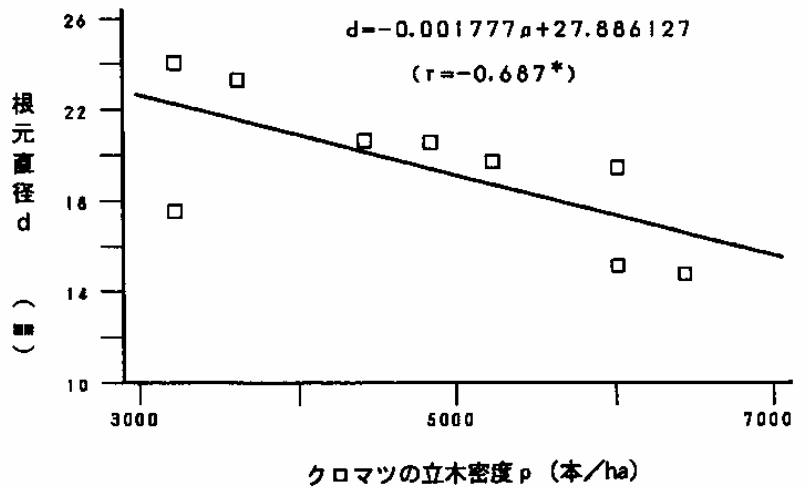


図-15 クロマツの立木密度とニセアカシアの根元直径との関係 (平成2年9月)

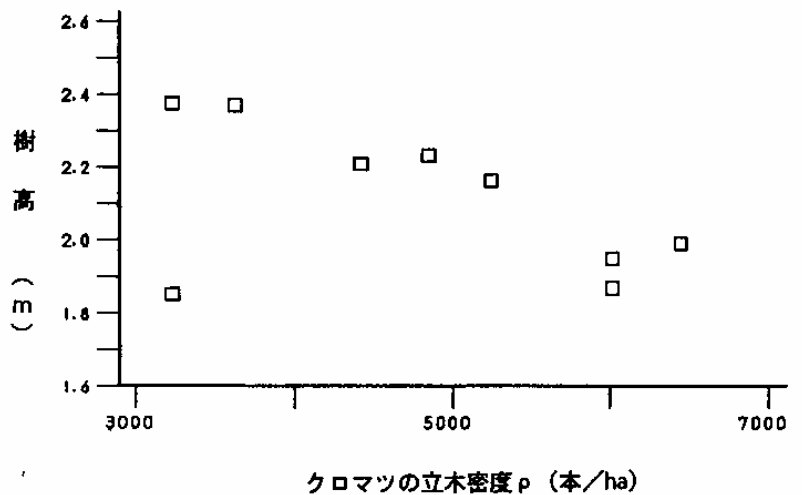


図-16 クロマツの立木密度とニセアカシアの樹高との関係 (平成2年9月)

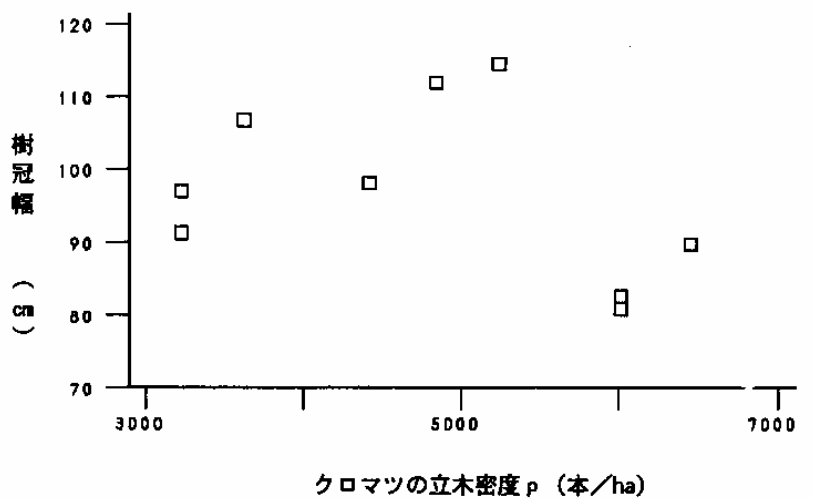


図-17 クロマツの立木密度とニセアカシアの樹冠幅との関係 (平成2年9月)



両者の間には低い相関 ( $r=-0.504$ ) があり、わずかではあるがクロマツの立木密度が低いほど樹高が高くなる傾向がある。これは先の根元直径の場合と同様の要因によるものと考えられる。

#### ④ 樹冠幅

クロマツの立木密度とニセアカシアの樹冠幅との関係を図-17に示す。5-1区で115cmと最大の樹冠幅を示し、7-1区では81cmと最小の値を示した。両者の間にはわずかな相関 ( $r=-0.367$ ) しかみられないことから、クロマツ立木密度が3,000~7,000本/haにおいてニセアカシアの水平的な生育は上層部のクロマツの影響を受けず、一定の成長をするものと思われる。

### 3. 総括

12年生クロマツに対して行った間伐は肥大成長の促進、それに伴う形状比の改善がなされ、強風、高潮に対する抵抗力が強いクロマツ海岸林に誘導するのに有効であることが確認された。しかし、本試験においては間伐による枝下高の枯れ上がりの抑止効果は確認されなかった。

当試験地のような環境において、12年生クロマツに対する適切な立木密度は前述の胸高直径、ha当たりの胸高断面積合計、樹高、樹冠幅、形状比から総合的に判断すると5,000本/ha程度と考えられる。

海岸砂地にクロマツを植栽するうえで肥料木であるニセアカシア、イタチハギ等を混植することは、土壌の改善、主林木であるクロマツの生育を助長させるなどと有効な植栽方法<sup>5)</sup>のひとつである。しかし、ニセアカシアは毎年継続的に新しく伸長した水平根上に発生する萌芽で増殖<sup>6)</sup>し、生育が旺盛なため主林木のクロマツを被圧するとともに、落葉時には防災林として風速減少効果を著しく低下させる<sup>7)</sup>といわれている。

そのため、クロマツの立木密度を下げたことによって良好になったニセアカシアの生育には今後注意を払う必要があり、さらにはクロマツの間伐保育と同時にニセアカシアのコントロールを行う施業方法を考える必要があるといえる。

### IV おわりに

海岸防災林であるクロマツ林において間伐施業を行うことは、防災効果が高い樹形及び林帯に改善するのに有効であることが今回の試験で明らかになった。しかし、この試験結果からは12年生クロマツ林が、防災機能を十分に発揮できる適正密度しか明らかにされず、今後クロマツの成長に応じた密度を検討していく必要がある。さらには過密状態のままの壮齢クロマツ林に対する管理のあり方についても検討を重ねていきたい。