

海岸防災林に関する研究

－クロマツ海岸林の保育管理－

(県単課題 平成3年～平成7年度)

大槻 晃 太
宗 方 宏 幸

(現：相双林業事務所富岡指導所)

荒 井 賛
(現：森林整備課)

柳 田 範 久
(現：森林整備課)

目 次

要 旨	2
I はじめに	2
II クロマツ林の密度別間伐試験	2
1. 目 的	2
2. 調査地	3
3. 試験方法	3
4. 結果と考察	4
III ニセアカシア駆除試験	6
1. 目 的	6
2. 調査地	6
3. 試験方法	6
4. 結果と考察	7
IV 常緑広葉樹導入試験	10
1. 目 的	10
2. 調査地	10
3. 試験方法	10
4. 結果と考察	10
V 引用文献	12

要 旨

いわき市平の16年生海岸クロマツ林において密度を変えた間伐試験林を設定し、クロマツの生長と防災機能を発揮する樹形の変化、そしてニセアカシアの生長を調査した。また、薬剤によるニセアカシアの駆除法と常緑樹の林床への導入試験を行った。

その結果、10年生のクロマツ海岸林における適正な間伐率区(5,000本/ha)²⁾はすでにうっ閉がおこっており、再度間伐が必要なこと、そして3,000本/haの間伐により植栽木は枯れ上がりの抑制された樹冠部の大きい、かつ形状比(樹高/胸高直径)の低い樹形になることが判明した。

ニセアカシアは間伐により肥大生長の促進が示されたもののクロマツより上長生長が悪く潮害もみられ、間伐が原因でクロマツがニセアカシアに被圧されることはなかった。

ニセアカシアに対する立木や萌芽枝への薬剤処理は枯損率が高く有効性が示されたものの、水平根からの根萌芽が観察されて完全駆除にはいたらず、萌芽への処理は数年続ける必要性が示された。

相対照度35%程度の光環境下における林床へのクロマツの植栽は生存率が半分となり、導入が不適であった。一方、広葉樹ではモチノキが林内の照度に影響を受けることなく生存率と上長生長で優れ、防災機能を含め今後も検討していく必要のある樹種と考えられた。

I はじめに

海岸クロマツ林の植栽は通常10,000本/haで行われ、その後は最多密度で管理されている。特に本県は林帯幅が狭く、住民からも防災機能の高度発揮が強く望まれるため、高密度の状態のクロマツ林が多い。しかし、高密度のまま管理されると枝の枯れ上がりが著しい形状となり、樹冠が一定の高さに偏った林型になると同時に形状比も高くなり風害や冠雪害などを受けやすい林分になる。³⁾

宗方ら²⁾は10年生時に7,000本、5,000本および3,000本/haに間伐した試験区で13年生時点に生育調査を行った結果、肥大生長の促進とこれに伴う形状比の改善を得て、5,000本/ha程度の間伐が有効であるとした。また、立木密度が低いほどニセアカシアの肥大成長が促進されたとした。しかし、現在のところニセアカシアによるクロマツの被陰は観察されず、今後ニセアカシアの生長がクロマツへどのような影響をあたえるかについてはこれからの検討課題であるとした。また、クロマツの生長に悪影響を及ぼすことも考え、ニセアカシアの駆除法も検討する必要性が唱えられた。一方、枯れ上がりの進んだクロマツ林の防災機能を補完する方法としては、下層植生の植栽による複層林化あるいは混交林化が必要である⁴⁾ことが指摘されている。

ここでは、宗方らの造成した試験区において16年生時に2度目の間伐を実施し、クロマツの生長に与える影響をみるとともにニセアカシアの生長を調査した。さらに、新たに試験区を設定し、ニセアカシアの駆除法およびクロマツ林への導入可能な常緑樹の検討を行ったので報告する。

II クロマツ林の密度別間伐試験

1 目 的

10年生時に所定の本数に間伐された海岸クロマツ林において2度目の間伐を行い、クロマツの形

状比と枝下率（樹高に占める枝下高の割合）の変化を調査する。また、同試験地内のニセアカシアの生長を樹高、根元径により調査した。

2 調査地

調査地は、いわき市平下高久下谷地地内で昭和53年に10,000本/haで植栽された16年生のクロマツ林²⁾である。なお、クロマツ林は造成時林内に格子状（10×10m）に静砂垣が設置され、四方の垣根に沿って肥料木として2本のニセアカシアが植栽された。

3 試験方法

1試験区の大きさは10×10mで各設定密度毎に3箇所繰り返して設定し、汀線から50mの林内に海岸と平行して一列に配置した。間伐は昭和62年3月（10年生時）と平成5年12月（16年生時）の2回、図-1に示した目標密度で行った。2回目の間伐前後と試験最終（平成8年3月）の立木密度を表-1に示す。

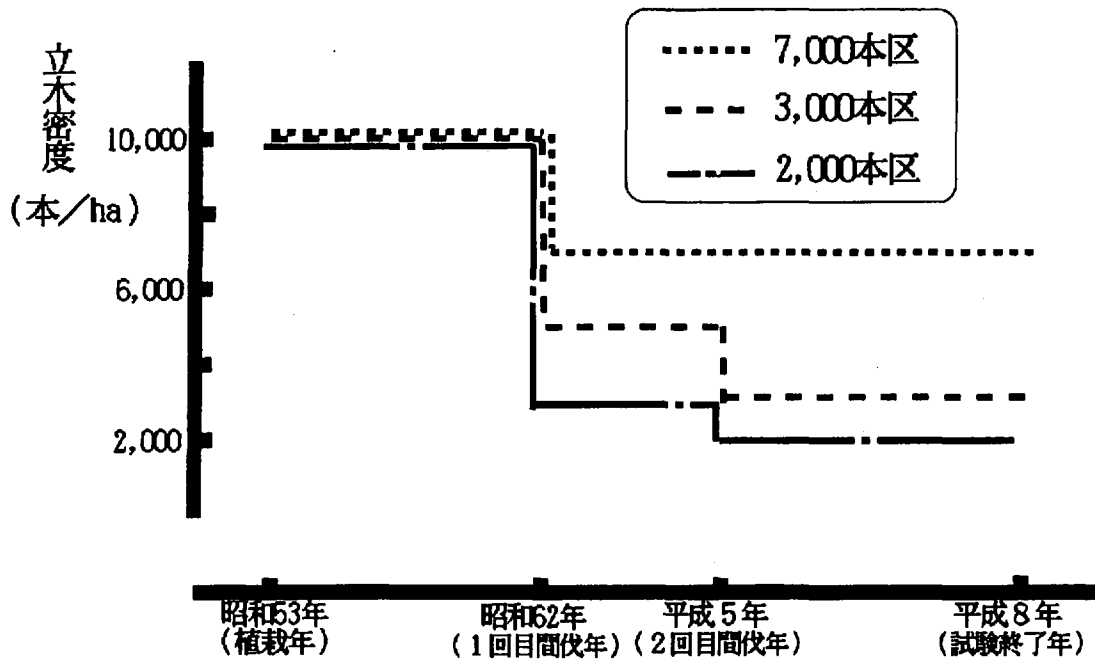


図-1 各試験区の立木密度の変化

表-1 試験区と立木密度（本/ha）

試験区	7,000-1	7,000-2	7,000-3	3,000-1	3,000-2	3,000-3	2,000-1	2,000-2	2,000-3
間伐前立木密度	6,300	5,500	6,300	4,800	4,600	5,500	3,300	3,300	3,400
間伐後立木密度	6,300	5,500	6,300	2,700	2,700	2,900	2,000	2,000	2,200
最終立木密度	5,800	5,500	6,300	2,400	2,700	2,900	2,000	2,000	2,200

調査は平成5年4月の間伐前と平成8年3月に行い、クロマツの胸高直径、樹高および枝下高を測定した。また、各試験区の中央部に5×5mのプロットを設け、平成3年3月と平成8年3月の2回、プロット内に根萌芽で発生したニセアカシアの根元径、樹高を測定した。また、間伐による林内の光環境の変化を調査するため、間伐前の平成5年7月と間伐後の平成6年7月に各試験区5箇所と林外の照度を測定し相対照度を求めた。

4 結果と考察

間伐前後の相対照度とクロマツの生育調査結果を表-2に示す。各区の相対照度を分散分析すると、第2回目の間伐前である平成5年には有意な差がなかった。これは1回目間伐から6年が経過し、いずれの林分もうっ閉したためと考えられる。間伐後の調査では3~4割の間伐を行う(3,000区、2,000区) ことにより相対照度が3倍ほど増加し、25%程度になった。

表-2 各試験区の相対照度とクロマツの生育調査結果

試験区	相対照度(%)		樹高(m)		胸高直径(cm)		枝下高(m)	
	H5	H6	H5	H8	H5	H8	H5	H8
	7,000区	4.88	7.95	4.85	5.94	6.43	7.48	2.39
3,000区	7.45	26.45	4.85	5.75	7.25	8.73	2.29	2.66
2,000区	8.13	23.88	4.65	5.48	7.37	8.58	1.73	2.10

クロマツの樹高は各試験区で0.83mから1.09mの上昇を示し、胸高直径も1.05cmから1.48cmの生長を、枝下高にあっても0.37mから0.61mの上昇を示した。3,000区と2,000区では、7,000区と比較すると、有意な差はないものの上長生長より肥大生長が促進される傾向があり、間伐により肥大生長が促進される結果²⁾と符合した。また、枝下高は平成5年で3,000区と7,000区が2.3m前後と同様な値であり、2,000区が1.73mと前者と比べて0.5m程枯れ上がりが抑えられていた。なお、平成5年の相対照度が3試験区で差が認められなかったにも係わらず2,000区で枝下高が低かった原因としては、林分の閉鎖時期が最近であり枯れ上がりが進む寸前であったことも考えられる。平成8年の調査では、3,000区で枝下高の増加が0.37mと2,000区と同様の値であった。これは相対照度が26.45と増加を示したことから2回目の間伐によりうっ閉が破られたため、枯れ上がりの抑制が起こったものと考えられる。

次に、各試験区の立木密度と形状比(樹高/胸高直径)の関係を図-2に示す。形状比は主に風雪害に対する強度を表しており、無間伐のクロマツ林では樹高6~7mで90~120まで上昇するが、60~70の林であれば風雪害を受けにくい³⁾とされている。本試験で形状比が70以下を示す立木密度は平成5年の回帰直線で4,500本/ha、8年では3,000本/haと推定された。

以上のことから、当試験地において形状比を70以下に抑え、枝の枯れ上りを抑制するためには植栽10年目に5,000本/ha、15年目に3,000本/haを目標に間伐を実施することが必要であるといえる。さらに、枝の枯れ上りが最も低かった10年目3,000本/ha、15年目2,000本/haの間伐は防災機能の増加という点において林帯の内陸部の施業として好ましいものであると考えられる。ただし、林帯の最前部いわゆる犠牲林帯については最多密度で管理する必要がある。

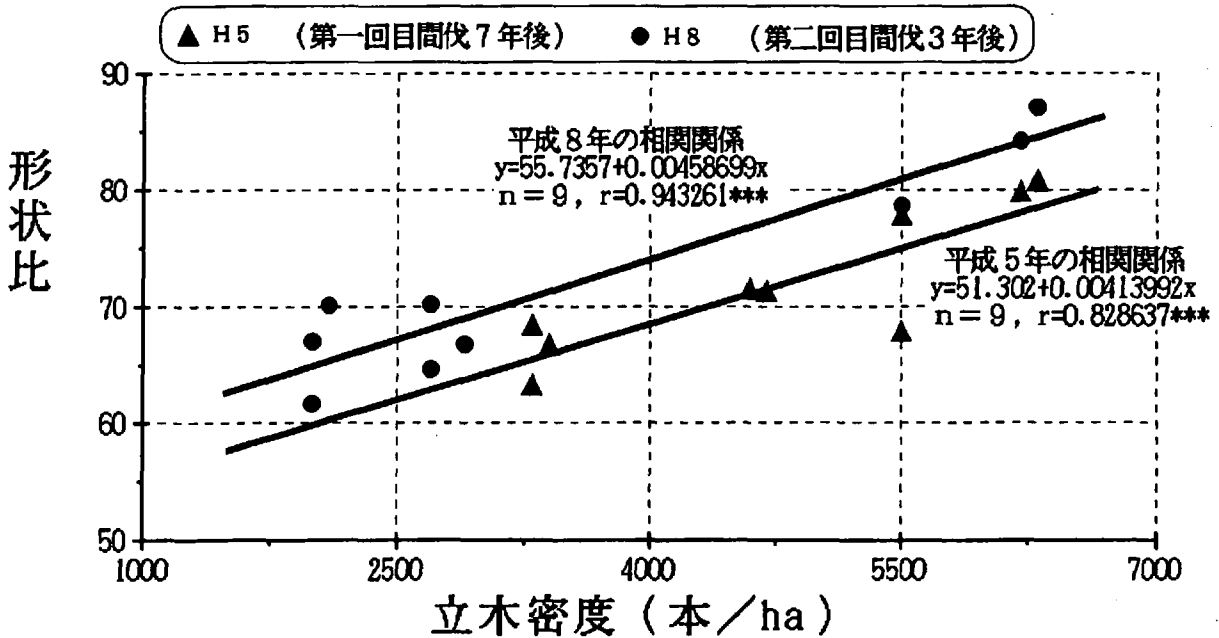


図-2 クロマツの立木密度と形状比の相関関係

平成5年と平成8年に調査したニセアカシアの根元直径の頻度分布を図-3に示す。平成3年と平成8年の本数を見ると平成8年次では各区とも減少しており、特に2,000区では半減した。また、各区とも平成8年に直径の太い個体が出現しだし、3,000および2,000区では直径分布が正規型に近似してきている。特に2,000本区については、最大の割合を占めるクラスが4~5cmであるのに対し、3,000区では3~4cm、7,000区では1~2cmと2,000区で肥大生長が大きい個体が多いことがわかる。玉泉ら¹⁾は、海岸クロマツ林内のニセアカシアを調査し、根萌芽は新しく伸長した水平根上に毎年継続的に発生することや萌芽のほとんどが根萌芽であることを示した。したがってこのような繁殖時の分布はL字型になると考えられる。平成5年の分布ではこの傾向が示されたものの平成8年においては間伐率の高いものほど正規型に近づいており、成立本数の増加過程を経過して直径生長の増加とともに成立本数が減少したものと推定される。

一方、ニセアカシアの樹高は、7,000区が平成3年で1.77mおよび平成8年で2.73mとなり、以下3,000区で2.37mおよび2.99、2,000区で2.17mおよび2.91mとなった。これより年間の上長生長を求めると7,000区で19.2cm、3,000区で12.4cm、2,000区で14.8cmとなる。本調査地におけるクロマツの年間の上長生長が平均31cmであって、これと比較するとかなり低いものであり、かつ梢端部では潮害により枯損したと思われる枝葉が目立った。

クロマツ海岸林においてニセアカシアの侵入により被圧、衰退した林分の存在が知られている^{3,7)}。しかし、汀線より50m離れた位置に設置した今回の試験地では、ニセアカシアがクロマツを被圧する現象は見られなかった。被圧現象はその林分が潮害を受けやすい状況下にあるのかによって決定される可能性もあり、これらについては実態および潮害の暴露調査を含め今後とも検討を加えたい。

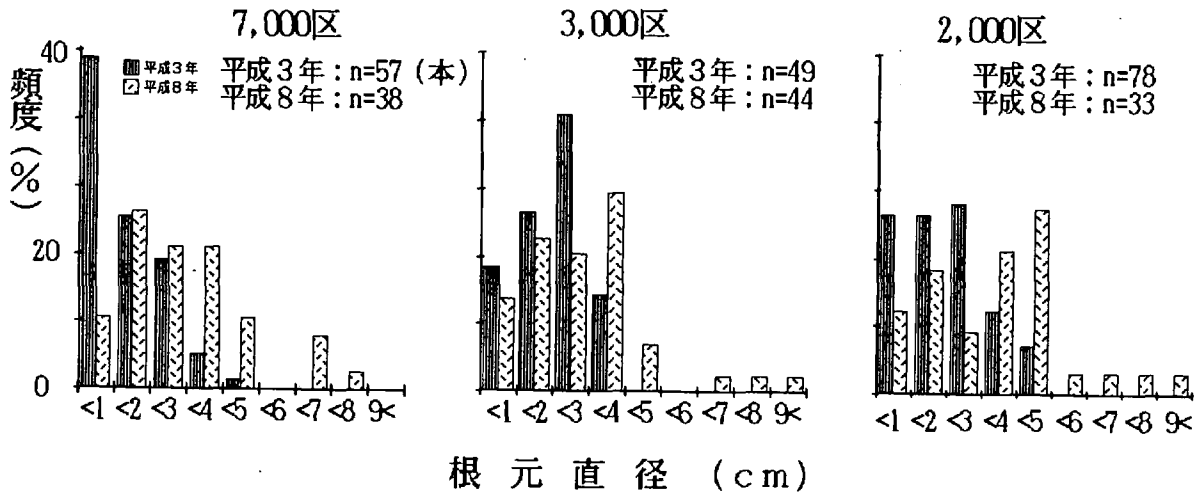


図-3 各試験区におけるニセアカシアの根元直径の頻度分布図

III ニセアカシア駆除試験

1 目的

クロマツ植栽時に肥料木として導入されたニセアカシアが、その旺盛な生育でクロマツを被圧するとの報告⁷⁾がある。しかし、伐倒のみによる駆除法では根および株からの萌芽繁殖があり効果が少ない。そこでこれまで行われてきた台切り処理に加え、台切り株への薬剤処理および台切りを行わない立木への薬剤処理について検討を加えた。

2 調査地

台切り株への薬剤処理および台切りのみの対照木はいわき市四倉上仁井田地内の60年生クロマツ林内に設けた。また、台切りを行わない立木への薬剤処理木は、いわき市平下大越と藤間地内のクロマツ林内に設けた。なお、いずれの林地ともマツ材線虫病等によりクロマツ林は崩壊または樹冠に穴があいた状態にあった。

3 試験方法

1) 台切り株への薬剤処理

供試木は平成4年3月に保育事業で高さ60cmの部位で伐採されたニセアカシアの根株である。薬剤処理は、同年6月に表-3に示した台切りの高さに直径3.0mm深さ4cmの穴を供試木の根元径3cmあたり1つあけ、木針型クズ防除剤(ATP-K 6mg/本)を差し込んだ。木針差し込み位置は、施用場所による効果を調査するため、地際部(地上高2cm)、中間部分(地上高35cm)および上端部(地上高55cm)とし、これに無処理の対照区を加え、各区10株を供試した。調査は平成5年

7月に行い、萌芽枝の外観からの生死と発生位置、根元径および長さを測定した。

2) 萌芽枝への薬剤処理

台切り株への薬剤処理には限界が見られたので、生存する萌芽への薬剤処理を平成5年7月に試みた。供試薬剤は木針型クス防除剤処理と除草剤（グリホサート41%の5倍液）とし、木針は直径3.0mm深さ4cmの穴に1本当たり1本の割合で処理し、除草剤は直径6.5mm深さ3cmの穴に1cc注入した。さらに、対照として直径6.5mmの穴のみの区も設定し、供試株数は各区当たり5本とした。

効果の調査は平成5年9月に行ない、外観からの生死と萌芽枝の根元径および長さを調査した。また、萌芽枝および根株の枯損が根茎にどの程度影響を与えるのか、さらには根萌芽が起こりうるのか確認するため、平成7年2月に各区あたり2株ずつの根茎調査を行い水平根からの根萌芽の有無と枯損状況について調査した。

3) 立木への薬剤処理

平成5年7月に生立木の胸高部分に木針型クス防除剤および除草剤を施用した。木針処理は胸高直径3cm当たり1本、2cm当たり1本および1cm当たり1本施用の3試験区を設けた。また、除草剤処理は胸高直径2.5cm当たり直径6.5mm、深さ5cmの穴を1カ所あけ薬剤約1.5ccを注入するドリル区と1~2cmの間隔でナタ目を入れ薬剤を注入するナタ区の2種類設けた。供試数は各区あたり5本とし、平成5年9月と平成6年7月に外観により生死を調査した。

4 結果と考察

1) 台切り株への薬剤処理

処理1年後の萌芽枝の発生状況を表-3に示す。いずれの処理も枯損枝率は20%以下で処理位置による差もなくかつ枝の長さにも差がなかったことから、台切り根株への薬剤施用は効果の少ないことが示された。

表-3 台切り後の高さ別薬剤処理試験結果

試験区	供試本数 (本)	平均発生位置 (cm)	平均直径 (cm)	平均枝長 (m)	総枝数 (本)	枯損枝	
						本数(本)	率(%)
地際処理区	10	1.9	9.6	2.13	31	5	16
中間処理区	10	34.9	10.9	1.70	40	7	18
上端処理区	10	54.6	8.6	1.55	51	7	14
対照区	10	-	13.7	2.14	45	0	0

2) 萌芽枝への薬剤処理

処理2カ月後の結果を表-4に示す。これによると、いずれの薬剤処理区も100%の枯損率を示

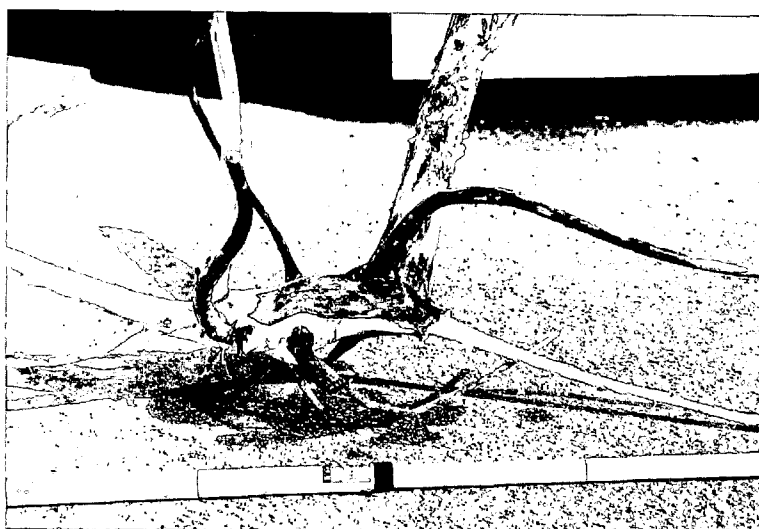
し、枝葉の着生する萌芽枝への薬剤処理は根株への施用とは異なり有効であった。

平成7年2月に行った根茎の調査結果は表-5に示す。木針区と液剤区の調査木根株はいずれも外觀上枯損していたが、根茎をみると木針区は52.5%の枯損率、液剤区は49.5%と半数程度の枯損率にとどまった。掘取った薬剤処理根株の状況は写真-1のとおりで、中心部は壊死したものの側根は生存根と枯死根が混じっていた。さらに、木針区で生存根から2本の根萌芽が発見されたことから生存根による根萌芽が示唆された。

このように萌芽枝への薬剤処理は、萌芽枝の枯損には有効であることが示された。しかし、根萌芽については発生している個体があり抑制効果については有効性が示されなかった。

表-4 処理1株あたりの薬剤処理後の萌芽枝状況調査結果

試験区	根元径 (cm)	樹高 (m)	萌芽数 (本)	枯死数 (%)
木針区	1.6	2.6	3.4	100
液剤区	1.0	2.1	4.0	100
対照区	1.0	2.0	4.4	0



* 白色の根茎は生存している根茎。

写真-1 薬剤処理区の根茎の枯損状況

表-5 根茎および萌芽枝枯損状況調査

試験区	調査根株数	根 茎			根萌芽枝		
		調査本数	枯損本数	枯損率	本数	枯損本数	枯損率
木針区	2	20	9	52.5	2	0	0
液剤区	2	22	10	49.5	0	0	0
対照区	2	32	0	0	1	0	0

3) 立木への薬剤処理

立木に対する薬剤処理結果は、表-6に示す。いずれの木針処理区も処理2カ月後で80%以上、そして1年後で100%の枯死率を示した。液剤ドリル区も同様に1年後に完全な駆除効果を示した。しかし、液剤ナタ目区については処理1年後でも20%という低率の枯損率にとどまり、ナタ目では液剤の浸透量が少ないことが示された。なお、処理2カ月後の液剤ドリル区の枯損率が20%と低い率であったのは薬剤の施用量の不足と推定される。

以上のことから、枝葉のある立木への薬剤処理は有効であると推定されるが萌芽枝の薬剤処理でも明らかのように根茎については100%の枯損率は期待できず、生存する水平根からの根萌芽が発生することから、完全駆除には数年連続して萌芽枝への薬剤処理を行う必要がある。

表-6 立木への薬剤処理結果

試験区	平均高直径	樹 高	処理割合	処理2カ月後の枯死率	処理1年後の枯死率
	(cm)	(m)	直径(cm)/1穴・ナタ目	(%)	(%)
木針3cm区	6.3	4.8	2.4	80	100
木針2cm区	4.4	4.4	1.8	100	-
木針1cm区	5.9	5.1	0.9	100	-
液剤ドリル区	9.0	7.5	2.5	20	100
液剤ナタ区	8.5	6.2	2.2	20	80
ドリル区	6.5	5.4	2.5	0	20
ナタ区	9.2	6.1	2.6	0	0

IV 常緑広葉樹導入試験

1 目的

高密度で管理されている海岸クロマツ林では、下枝の枯れ上がりが進行し、防災機能の低下が問題となる。そのため、低照度下の海岸林という特殊な環境でも生育し、防災機能を十分発揮しかつクロマツの生長と競合の少ない樹種を下層植生として植栽し複層林化を進め、防災機能の向上を図る必要がある。そこで、本県の海岸林においてクロマツ苗と4種の常緑広葉樹の植栽試験を行い、成育状況を検討した。

2 調査地

調査地はIIのクロマツ密度別間伐に供した試験地の一画である。

3 試験方法

クロマツ密度別間伐試験地の7,000本/ha区2カ所、以下5,000本区1カ所、3,000本区2カ所および2,000本区1カ所のプロット内において平成6年3月にクロマツ苗9本、シロダモ、モチノキ、ネズミモチおよびトベラそれぞれ4本を図-4のとおり植栽した。

植栽木の樹高は植栽時、1年後および2年後に調査し、枯損状況はこれに半年後を加えて観察した。また、平成6年7月には林外と各プロット5カ所の照度を測定し、相対照度を求めた。

4 結果と考察

導入樹種の生存率および相対照度を表-7、また樹高生長を図-5に示す。クロマツ苗は相対照度の低い高密度区ほど生存率が低く、植栽から半年後でかなりの枯損がみられ、2年後の生存率は3,000-1区の22%、2,000区の44%のみであった。なお、クロマツの林内更新には60%以上の相対照度が必要であると報告³⁾されている。

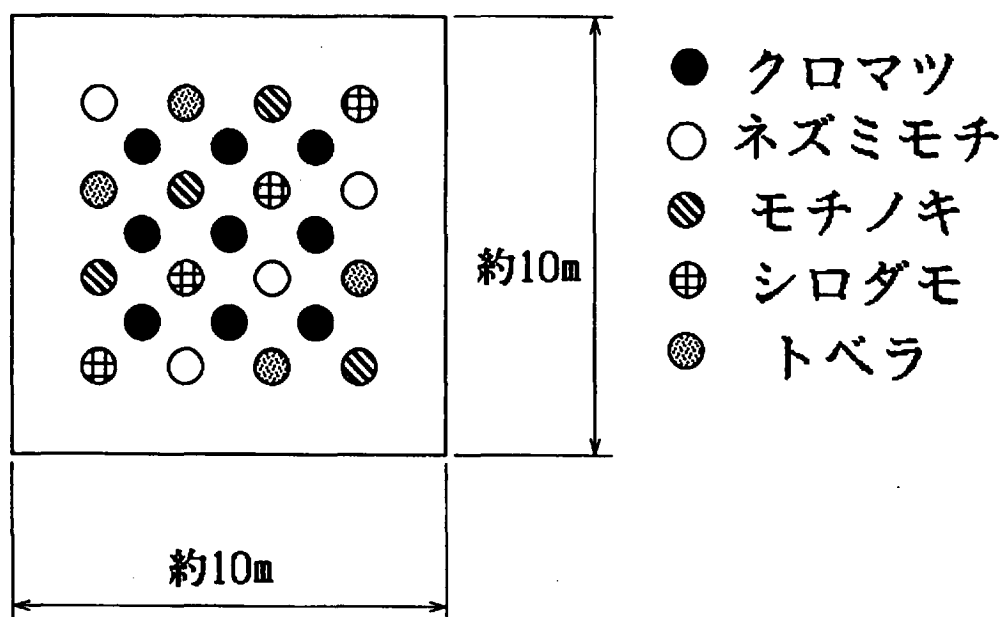


図-4 試験区内の植栽樹種の配置図

この他の樹種についてもおおむね相対照度の低い試験区ほど生存率が低く、2年後の2,000間伐区で100%の生存率を示したものはモチノキ、トベラおよびネズミモチの3種であったが、上長生長をみるとトベラのみで生長が認められた。なお、植栽木の枯損原因については、おおむね被圧によるものであった。

以上のことから、各区で生長の認められたモチノキが導入樹種として有望と推定されるが、供試樹種を増やし今後とも検討していきたい。

表-7 導入樹種の生存率

		(%)					
試験区	平成6年	調査時期	クロマツ	モチノキ	トベラ	シロダモ	ネズミモチ
	7月の 相対照度						
7,000-1区	5.5	半年後	0	75	100	100	100
		1年後	0	75	100	100	100
		2年後	0	50	75	75	50
7,000-2区	8.2	半年後	22	100	100	100	100
		1年後	0	100	100	100	100
		2年後	0	100	50	50	75
5,000区	11.5	半年後	33	75	100	75	100
		1年後	0	75	100	75	100
		2年後	0	75	50	50	25
3,000区	13.6	半年後	22	75	100	100	100
		1年後	0	75	100	75	100
		2年後	0	75	100	75	100
3,000間伐区	15.6	半年後	56	100	100	100	100
		1年後	33	100	100	75	100
		2年後	22	50	50	75	75
2,000間伐区	33.7	半年後	67	100	100	100	100
		1年後	56	100	100	100	100
		2年後	44	100	100	75	100

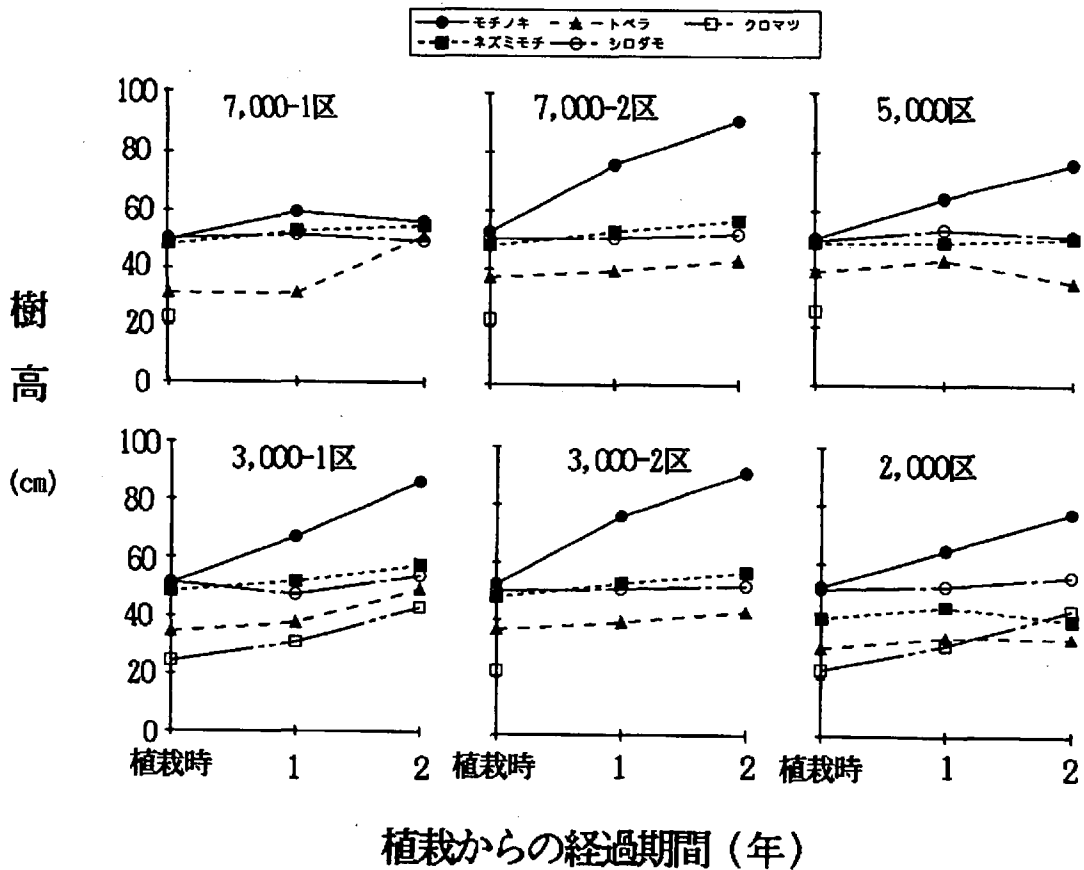


図-5 各試験区における植栽樹種の樹高生長

V 引用文献

- 1) 玉泉幸一郎・飯島康夫・矢幡久：海岸クロマツ林内に生育するニセアカシアの根萌芽の分布とその形態.九州大学農学部演習林報告64：13～28、1991
- 2) 宗方宏幸・鈴木省三・富樫誠：海岸防災林に関する研究.福島県林業試験場研究報告24：66～75、1991
- 3) 村井 宏・石川政幸・遠藤治郎他：日本の海岸林—多面的な環境機能とその活用— ソフトサイエンス社.513pp、1992
- 4) 農林水産技術会議事務局：環境に対応した海岸林の環境保全機能の維持強化技術の確立.研究成果185：144pp、1987
- 5) 小田隆則：海岸クロマツ林の生長と密度について (IV) —九十九里浜クロマツ林の現況—.日林論 95：553～554、1984
- 6) 小田隆則：海岸クロマツ林への広葉樹導入試験 (I) —現地植栽試験8年後の現況—.日林論 98：625～626、1987
- 7) 清水周治・篠田茂：海岸防災保安林の研究 (Ⅲ).新潟県林業試験場研究報告21：71～84、1978