

クロマツ海岸林の保育管理と防災効果
(県単課題 平成8年～12年度)

今井辰雄
川口知穂*
大槻晃太**
渡邊 治

	目	次
要 旨		
I はじめに	-----	30
II 試験内容	-----	30
1 防災林の実態調査	-----	30
(1)調査地の概況		
(2)クロマツ林の実態		
(3)海岸林の林床環境		
(4)塩分量の捕捉		
2 広葉樹導入試験	-----	31
(1)導入樹種の特徴		
(2)導入樹種の庇陰調査		
III 結果と考察	-----	32
IV おわりに	-----	42
V 文献	-----	42

要 旨

夏井川河口の南横手、川前、浜街においてクロマツ海岸林の実態調査を行った。この結果、落葉層が厚く堆積し土壌も未熟で理化学的性質も不良であった。クロマツの生育は汀線より10m以内が特に風と塩分の影響を受け中心部のマツより樹高で57～72%、直径で67～80%、枝下高で63～77%の成長範囲に留まった。また、梢端枯れも汀線より5～10mに集中し南横手では88%に達した。針葉も黄・赤変したものが多く、ツル類による被圧木も10m以内と通路および県道側に集中した。

植生調査では主林木のクロマツ以外にニセアカシアが、亜高木としてトベラが侵入し、下層にはネズミモチ、タブノキ、シロダモ等が出現した。調査3年目の植生は34～78種に達した。

塩分量は季節風の影響を受け夏季で多く冬季で少ない実態にあったが、多くは防風柵内のクロマツ林に入ると減少した。防風柵のない通路等ではこれより先20～30mまで影響を受けた。また、林帯の無い河口では上流側に150m以上に亘り影響を受けるが、ただ、これらは通常の風速が3～4 m/s以下のときであり、強風時にはさらに内陸域に達するものと考えられた。

庇陰試験による各樹種毎の成長と地上部重の関係では相対照度が高くなるに従って増加する傾向にあった。最も良好な成長を示したのはトベラの相対照度100%で1,378 g、ネズミモチ60%で563 g、タブノキ100%で376 gとなり、モチノキは100%で202 gと低かった。

一方、各樹種と葉面積の関係では、各処理区で最大となった順位はトベラの相対照度100%で11,828 cm²、ネズミモチ100%で5,842 cm²、タブノキ60%で4,287 cm²、およびモチノキ30%で2,599 cm²であった。

各樹種の平均的な葉面積はそれぞれ8,100 cm²、3,500 cm²、3,300 cm²、2,000 cm²でトベラはモチノキの4倍に達した。以上のことから4樹種ともクロマツ林分の適切な除・間伐を前提条件に林内の光環境を30～20%に整備するなら、クロマツ—照葉樹の複層・混交林化は十分可能で、クロマツ林分の補完的な塩分捕捉に貢献できるものと考えられた。

※川口知穂：森林整備課 ※※大槻晃太：環境政策課

受理日 平成13年4月3日

I はじめに

福島県の海岸線は、茨城県境の勿来鶏ノ子岬から宮城県境の新地塚浜まで総延長160kmに及んでいる。しかもその海岸線に沿ってはクロマツを主とした海岸林が展開し、周辺地域の発展と環境保全に大きく貢献してきた。しかし、一方では各種開発や林分管理の放棄、さらには松食い虫等の驚異により、その形態を大きく劣化させている。

本県の海岸林造成は防風と潮害（塩分）回避を目的に、古くは寛永13年(1636)中村藩による砂除林や天保3年(1646)平藩による潮除の松の植栽が知られており、近年に至っては前砂丘に静砂垣、防風ネット(柵)さらには築堤を設置し、活着率を高めるため植穴に粉炭やパーク堆肥、化成(固形)肥料を投入し、根元周囲には藁マルチ等を施用する技術を確立した⁵⁾。

その後は林内で肥大しはびこった肥料木(ニセアカシア)の除去と広葉樹の整理伐、クロマツ自体の間伐を行いその効果も確認されているが^{6) 9)}、今だ手遅れ林分では枯損が絶えず、枯損木の後処理と新植に追われる等、林分に適合した密度管理は達成されてはいない。

ここでは海岸林を体系的に捉える試みとして、クロマツ植栽後の防災林としての実態と季節により塩分がどの程度クロマツ林に影響を及ぼすのか、また、林内に賦存している有用な常緑広葉樹(照葉樹)が庇陰下でどのような生育状況を示し、クロマツ林の補完的な役割を果たすことが可能なのか等について検討するものである。

II 試験内容

1 防災林の実態調査

(1) 調査地の概況

調査地の概況は図-1、表-1に示すように、いわき駅から東南東へ7Km行った海岸砂丘地である。設定は1996年、平藤間地内の南横手と川前(夏井川河口砂洲)、沼ノ内地内の浜街(滑津川河口)3ヵ所とした。設定にあたっては汀線からの距離、林帯幅および防潮堤(工作物)の有無等を考慮した。

調査地のうち、南横手は汀線→前砂浜(65~80m)→防風柵(高さ2m程度のスギ間伐材)→クロマツ防潮林(林帯幅70m)とほぼフラットな地形で、川前は汀線→前砂丘(50~60m)→築堤(幅5m、高さ2m)→クロマツ防潮林(林帯幅25m)と林分が築堤より1~1.5m低い地形、そして浜街は汀線→前砂丘(150~160m)→県道(10m)→クロマツ防潮林(林帯幅20m)と県道豊間四倉線を挟んで内陸に170m入った林分である。このうち調査区は汀線と平行(南北)に幅10m、長さ(東西)はそれぞれの林帯幅とした。

(2) クロマツ林の実態

各調査区においてクロマツ林の樹高、胸高直径、枝下高、梢端枯れの実態調査を行うとともに、南横手試験地においては土壌断面調査を行い、土壌の理化学的性質を把握する。

なお、梢端枯れの形態は、まったく被害を受けていないものを1、葉の一部が褐色になったものを2、頂芽が垂れ下がり褐色となったものを3、殆どの枝が褐色となったものを4、褐色の枝長が50cm以上枯れているものを5として区分けした。

(3) 海岸林の林床環境

各調査区において出現した木本・草本・ツル類の調査をBraun-Blanquet(1964)の方法により優占度階級を調査する。

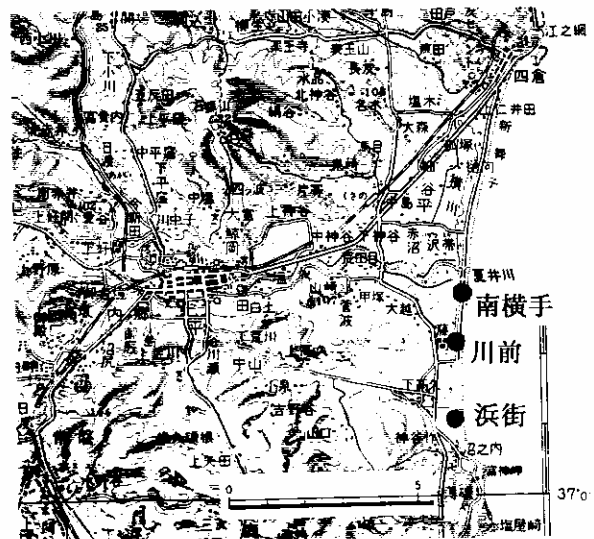


図-1 調査位置図

表-1 調査地の概況

1996年

試験地	林齢 (年)	汀線からの距離 (m)	林帯幅 (m)	立木本数 (本)	斜面形状 (傾斜度)
南横手	17	65~80	70~75	224(3000本/ha)	平坦(4°)
川前	18	50~60	23~25	75(3300本/ha)	平坦(4°)
浜街	67	170	19~21	44(2100本/ha)	平坦(2°)

調査はクロマツを含め高さ1.2mを越える木本植物については樹高、胸高直径および枝下高を、それ以外は樹高のみを測定した。植生は高さ3.5m以上をB1、0.5~3.5mをS、0.5m以下をKとし、ツル植物はLの4階層に区分する。

(4) 塩分量の捕捉

調査地における塩分量の捕捉を1997、1999および2000年度に実施した。測定箇所は南横手が防風柵と前砂丘間および林分内10、20、30、40mとし、川前は築堤と前砂丘間および林内10、20m、浜街は前砂丘と県道間および林内10、20mとした。対照区として夏井川河口から15、30、60、80、100、150および200mの地点とした。

塩分の捕捉は28cm×28cmのガーゼ採塩器(高さ2mと0.5m)を上記の設置箇所に2時間さらした。さらしたガーゼは回収し、実験室において蒸留水100ccに24時間浸透させ、溶出した塩分量を電気伝導度計で測定した。なお、塩分捕捉量は水温25℃に補正し、1時間当たりガーゼ1㎡に付着した塩化ナトリウムを〔mg/㎡/hr〕として表示した。

また、塩分捕捉時の風速は簡易風速計を用いたが、いわき市の海岸における年間の風向は夏季と冬季では風向が海風(E~SE)と陸風(W~NW)に大きく変化する。これらの時期が概ね7~10月と11~3月になることから季節を2分割し、各々平均的な塩分量を表示した。

2 広葉樹導入試験

海岸林の防風効果や塩分捕捉機能は針葉樹のなかでは特にクロマツが高い評価を得ている^{1) 2)}。しかも、植栽後のクロマツ林は適切な保育や間伐を実施することにより、健全でなおかつ持続した機能の発揮が報告されている^{6) 7) 8) 9) 10)}。しかしながら保育や除間伐の手遅れ、度重なる松食い虫等の被害から防災林としての機能は低下し、このような劣化の激しい林分は衰退するか、上層樹冠の欠落を伴いながらもギャップにはニセアカシアや照葉樹、ススキ、スイカズラ等のツル類も出現するなど、雑然としながらも新たな林型の兆候もみられる。

そこで、磐城地方の海岸に生育し導入樹種としての可能性が高いトベラ、ネズミモチ、タブノキおよびモチノキの4種を対象に、相対照度毎の生長量を調査する。

(1) 導入樹種の特性

4樹種は磐城の海岸林に比較的多く賦存し、陽樹でしかも耐陰性に優れ、クロマツとの相性が良く、しかも耐塩・風に強いのが共通した点である。資料⁴⁾と現地調査からもこれらは導入樹種として十分対応できるものと考えられる。ただ、トベラはアブラムシに弱くスス病になりやすい。ネズミモチは痩せ地では葉が小さくスズメガの食害がみられる。タブノキは移植は難しい。モチノキはスス病、カイガラムシに犯されやすい等の欠点もある。

(2) 導入樹種の庇陰調査

1998年6月、林業研究センターの苗畑に庇陰枠(2×2×2m)を作り、その中にトベラ、ネズミモチ、タブノキおよびモチノキの4種を植栽した。庇陰処理は寒冷紗を用いて相対照度を5・10・20・30・60および100%に調節しそれぞれ2枠を設けた。各処理枠には4樹種を6本づつ合計288本を植栽した。

植栽後は各樹種毎に苗高および根元直径を定期的に測定し、1998年12月、1999年12月および2000年12月に各株からそれぞれ2本づつを掘取り、各器官（根・幹・枝・葉）の絶乾重量（80℃48時間乾燥）を求めた。また、1999年の試料については葉面積も求めた。

III 結果と考察

1 防災林の実態

(1) 立地環境および土壌

3調査地の立地環境、土壌断面および土壌の理化学的性質を表-2、3、4および写真-1に示す。

調査地一帯の地質は第四期の砂を主とする水積による堆積物である。傾斜は緩やかで土壌は砂丘未熟土である。落葉層はクロマツ葉を主に5cmと厚いものの分解が進まないため地表には良好な土壌構造はみられない。このため土壌化しているA-(C₁)層も1~3cmと極めて薄い。

土色は全層的に黄褐色が強く、しかも緻密でカベ状構造を呈し根の侵入は殆どみられない。これらは細土容積重の増加と全孔隙量、最小容気量、粗孔隙量の減少に結びつき、非常に劣悪な理化学性となっている。土壌の化学性においても養分的にはやや富むものがあるものの、全層的に酸性度が強い等、全般に不良である。

表-2 調査値の立地環境

南横手・川前・浜街

標高	位置・形状	堆積様式	方位	傾斜	母材	土壌型
2~3m	砂丘平坦	水(残)積	-	2~4°	砂・礫	Im-s

表-3 土壌断面調査

南横手

層位・層厚	土色	腐植・石礫	土性	構造	堅密度	水温状態	根系
A-(C ₁) 1~3	10YR 2.5/3	含む・-	S	-	鬆 3~4	潤	小根 少
C ₂ 17	10YR 4/3	乏・小角含	S	弱カベ状	堅 19	潤	小根 少
C ₃ 35~37	10YR 4.5/3	乏・小角含	S	カベ状	す堅 23	潤	小根 少
C ₄ 45+	10YR 3.5/2	乏・小角含	S	カベ状	す堅 21	潤	欠

表-4 土壌の理化学的性質

南横手

層位・層厚	全孔隙量	最大容水量	最小容気量	透水速度	細土容積重	細孔隙量	粗孔隙量
A-(C ₁) 1~3	5.6%	5.5%	1%	5.2ml/60s	100g/100cc	4.1%	1.5%
C ₂ 17	5.4%	5.0%	4%	5.5ml/60s	117g/100cc	3.9%	1.5%
C ₃ 35~37	4.8%	4.6%	2%	3.0ml/60s	132g/100cc	3.6%	1.2%

層位・層厚	固相	液相	気相	kclpH pH	リン酸	石灰	苦土
A-(C ₁) 1~3	4.4%	4.2%	1.4%	5.2 5.1	含	含	やや含
C ₂ 17	4.6%	4.0%	1.4%	5.0 5.2	やや富	やや富	やや含
C ₃ 35~37	5.2%	3.9%	9%	4.8 4.8	やや富	やや富	やや含
C ₄ 45+	-	-	-	4.6 3.9	富	欠	乏

(2) クロマツ林の生育と樹冠構造

3 調査地のクロマツ林の生育および模式的な樹冠構造等を表一5、図一2に示す。

南横手は林齢17年、樹高6.4m(2.8~8.8)、胸高直径11cm(3~21)、枝下高3.2m(1.3~4.6)、中仕立(3,000本/ha)である。川前は林齢18年、樹高5.6m(2.4~8.2)、胸高直径10cm(2~27)、枝下高3.3m(0.8~5.4)、やや密仕立(3,300本/ha)である。浜街は林齢67年、樹高7.9m(1.7~15.1)、胸高直径13cm(2~30)、枝下高4.3m(0.6~8.1)、疎仕立(2,100本/ha)である。いずれも砂丘平坦地の砂丘未熟土に植栽されたものである。

南横手のクロマツ林分は林帯幅70mと広いものの、潮風の影響により防風柵から林内5mまでの平均樹高は4m、10mまでは5.5mで推移し、それ以降は小刻みながら7m前後でほぼ横這いとなり、県道に近づくにつれ樹高は6mとやや低下した。また、垂直樹冠幅(厚さ)は防風柵から林内5mまでは2m、10mまでは2.7mとやや薄く、それ以降は3.5mの厚さを保ちながら、県道付近では3mまで低下した。

下層に賦存する照葉樹や草本類の垂直樹冠幅は、まばらながら防風柵から林内40mまでは1.5mで推移し、それ以降県道までは高さ2m以上と次第に増加した。

平均胸高直径は防風柵から林内10mまでと県道付近で9cmと細く、林内10~60mの範囲では11~12cmの太さであった。しかし写真一2に示すようにクロマツの梢端枯れは防風柵から林内10mまでの対象木のうち88%は激しく枯れ、平均枯枝長は54cm、梢端枯指数は4.3に達した。林内10~20mの梢端枯れも33%に及び、平均枯枝長は20cm、梢端枯指数は2.3であった。林内20~60mの梢端枯れは5%程度で、防風柵から20m以降の被害は軽減する傾向にあった。しかしながら梢端枯れの総本数は調査区全体の26%に及び赤葉・黄葉したものを含めると47%に達し、ツル類の影響を受けた本数も13%と多かった。被圧木は8%であった。

川前のクロマツ林分は林帯幅25mとやや狭いものの、潮風の影響により築堤から林内5mまでの平均樹高は4m、10mまでは6m、20mまでは6.5mとやや上昇し、県道付近では4.6mまで低下した。また、垂直樹冠幅は築堤から林内10mまでは2mと薄く、それ以降県道までは2.5m以上で推移した。草本類の垂直樹冠幅は築堤直下は殆どなく、林内10m付近で1.3mに、それ以降は次第に増加し県道付近では高さ2mに達した。梢端枯れは築堤から林内10mまでは3%の枯損で、それ以降は殆どみられなかった。

平均胸高直径は築堤から林内10mまでと県道付近で9cmと細く、林分内部では12cmであった。被圧木は全体の11%に達し、特に成長差の激しい林内10~20mにおいては19%に及んだ。

浜街のクロマツ林分は林帯幅20mと狭いものの、汀線から県道を挟んで170m離れている。県道から林内10mまでの樹高は7mで、20mでは9m以上であった。20mから雑地までのクロマツはまばらとなり3m以下と急激に低下し、トベラ、イボタノキと混交していた。また、垂直樹冠幅は県道から林内10mまでは3m、20mまでは4.5mと厚かった。下層の照葉樹の垂直樹冠幅は県道から雑地まで高さ2m以上に達した。梢端枯れは県道より林内10mまでは6%で、それ以降は殆どみられなかった。

平均胸高直径は県道から林内10mまでは12cmで、それ以降20mまでは15cmであった。被圧木は全体の16%に達したが、そのほとんどは県道から林内10mまでの範囲であった。



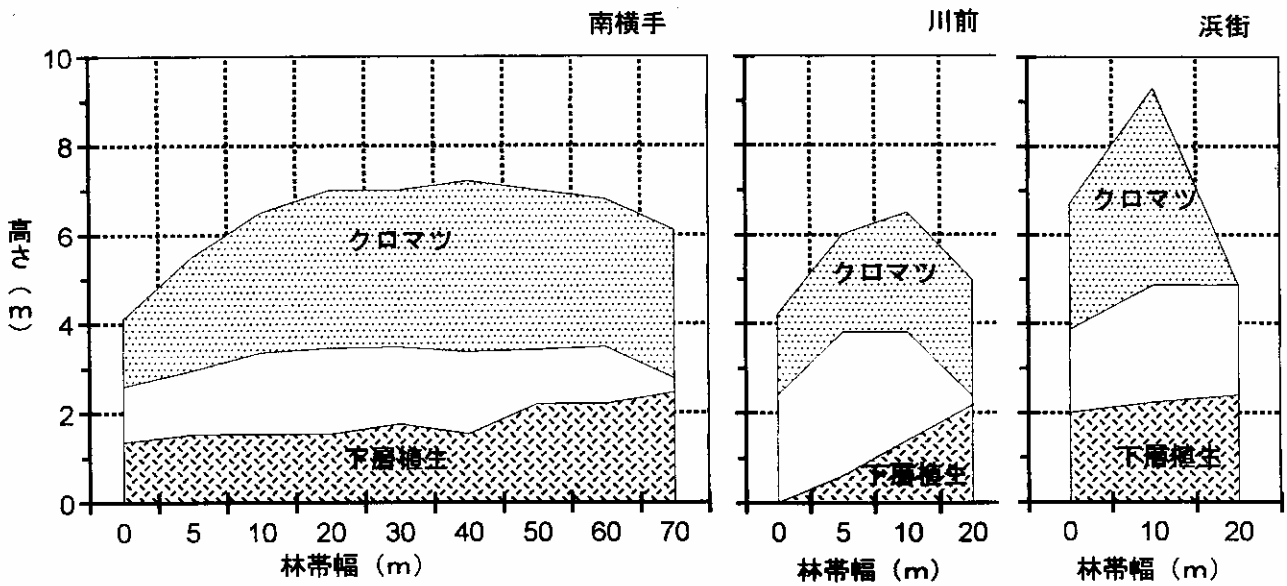
写真一1 土壌断面(南横手)

表一五 調査地の林帯距離別成長量

「南横手」					
調査箇所	調査本数	平均樹高 m	平均直径 cm	平均枝下高 m	梢端枯指数
防風柵～5m	21	4.1(2.8～5.4)	8(4～13)	2.2(1.3～2.8)	4.3
5～10	22	5.5(4.4～6.2)	10(5～18)	2.7(2.1～3.8)	4.3
10～20	30	6.5(5.6～7.2)	11(7～19)	3.4(2.4～4.4)	2.3
20～30	30	7.0(4.7～8.2)	12(7～18)	3.5(2.4～4.6)	1.6
30～40	26	7.0(4.0～8.2)	12(6～21)	3.5(2.3～4.4)	1.5
40～50	25	7.2(3.6～8.7)	11(6～19)	3.4(2.2～4.2)	1.4
50～60	21	7.0(5.4～8.8)	11(6～17)	3.4(2.3～4.2)	1.2
60～70	34	6.8(3.5～8.1)	11(4～17)	3.4(2.4～4.6)	1.2
70～県道	15	6.1(3.9～8.1)	9(3～16)	3.0(1.8～4.1)	1.4
合計(平均)	224	6.4(2.8～8.8)	11(3～21)	3.2(1.3～4.6)	2

「川前」					
調査箇所	調査本数	平均樹高 m	平均直径 cm	平均枝下高 m	
築堤～5m	20	4.2(2.6～5.7)	9(5～14)	2.4(1.6～3.6)	
5～10	20	6.0(4.0～7.3)	10(5～16)	3.8(3.0～5.0)	
10～20	27	6.5(4.4～8.2)	12(6～27)	3.8(2.6～5.4)	
20～県道	8	4.6(2.4～5.9)	9(2～16)	2.0(0.8～3.5)	
合計(平均)	75	5.6(2.4～8.2)	10(2～27)	3.3(0.8～5.4)	

「浜街」					
調査箇所	調査本数	平均樹高 m	平均直径 cm	平均枝下高 m	
県道～10m	19	6.7(1.7～8.6)	12(5～24)	3.7(0.8～5.7)	
10～20	23	9.3(2.6～15.1)	15(4～30)	4.8(0.6～8.1)	
20～雑地	2	2.7(1.7～3.7)	4(2～6)	-	
合計(平均)	44	7.9(1.7～15.1)	13(2～30)	4.3(0.6～8.1)	



図一 二 林帯の模式的樹冠構造

(3) 海岸林の林床環境調査

調査地の出現植生を表一6に示す。

これによると南横手は階層的にはB1にクロマツ、Sにニセアカシア、アズマネザサ、Kにトベラ、ヒサカキ、ネズミモチ、シロダモ等、Lにスイカズラ、ミツバアケビ等13種が出現した。

川前はB1にクロマツ、Kにクロマツ、トベラ、ネズミモチ、Lにスイカズラ、テリハノイバラ等6種が出現した。

浜街はB1にクロマツ、ニセアカシア、Sにクロマツ、トベラ、ヒサカキ等、Kにクロマツ、ニセアカシ

ア、トベラ、タブノキ等、Lにスイカズラ、サルトリイバラ等13種が出現し、3調査地の木本植生では最も階層毎に豊富であった。

総体的には南横手、川前では林冠構成種はクロマツのみで、これが浜街ではクロマツとニセアカシアの2種で、これは各階層に出現した。常緑広葉樹(照葉樹)は南横手8種、川前2種、浜街で5種出現し、このうちトベラは3調査地に共通してみられた。なお、浜街のクロマツの樹形は東西に旗状に偏奇していた。過去の生育期間で風と塩分被害があったことが実証される。

設定から3年後の林床植生は南横手78種、川前34種、浜街36種に達した。このうち木本、草本、ツル類の割合はそれぞれ南横手が29、52、19%、川前24、53、23%、浜街33、36、31%となり、林齢の高い林分ほど木本とツル類が多い傾向を示した。このことは浜街のクロマツ林が高齢でしかも松食い虫等の影響により上層樹冠としては貧弱なもの、上層と下層との高低差が大きいため生じたギャップにトベラ、イボタノキ、ニセアカシア、エノキ、タブノキ、ガマズミそしてスイカズラ等のツル類が侵入したものと推察される。

(4) 塩分量の捕捉

1997年夏季の高さ2mにおける1時間当たりの汀線側空中塩分量は南横手171mg/m³/hr、川前37mg、浜街89mgで、クロマツ林内10mではそれぞれ9mg、9mg、37mgであった。冬季の汀線側空中塩分量では南横手36mg/m³/hr、川前23mg、浜街22mgで、クロマ

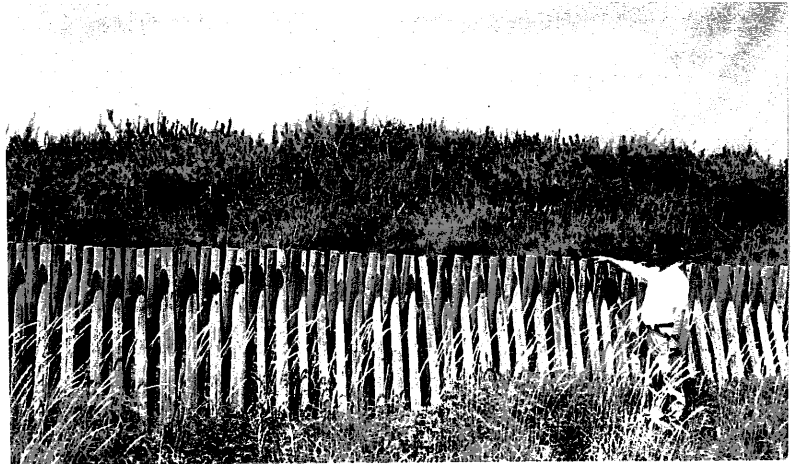


写真-2 梢端枯れ(南横手)

表一6 調査区に出現した木本種 1996年

階層	樹種名	南横手	川前	浜街
B1	クロマツ	○	○	○
	ニセアカシア			○
S	クロマツ			○
	ニセアカシア	○		○
	トベラ			○
	ヒサカキ			○
	ササSP.	○		
	クロマツ		○	○
	ニセアカシア			○
K	トベラ	○	○	○
	ヒサカキ	○		
	アセビ	○		
	ネズミモチ	○	○	
	アオキ	○		
	タブノキ			○
	ヤブコウジ	○		○
	シロダモ	○		○
	マルバグミ			○
	スギ			○
L	スイカズラ	○	○	○
	テリハノイバラ	○	○	○
	ミツバアケビ	○	○	○
	アケビ	○		
	サルトリイバラ			○

注) B1 3.5m, S 0.5~3.5, K 0.5, L ツル植物

ツ林内10mではそれぞれ11mg、15mg、16mgであった(表-7)。

表-7 1997年度の高さ2mにおける月毎の塩分捕捉量(mg/m²/hr)
南横手

月	汀線側林縁部	10m	20m	40m	70m
7	54	-	6	2	6
8	421	11	20	11	6
9	42	3	2	2	4
10	166	11	5	4	4
夏季平均	171	8	8	5	5
11	3	2	2	2	3
12	97	2	2	2	3
1	17	16	16	17	18
3	26	26	26	26	28
冬季平均	36	12	12	12	13

川前

月	汀線側林縁部	10m	20m
7	43	6	2
8	71	8	20
9	13	13	6
10	20	11	5
夏季平均	37	10	8
11	2	2	3
12	45	11	4
1	17	20	18
3	28	28	28
冬季平均	23	15	13

浜街

月	汀線側林縁部	10m	20m
7	110	38	10
8	147	84	28
9	43	17	4
10	57	9	9
夏季平均	89	37	13
11	4	3	3
12	35	10	8
1	19	19	19
3	30	30	30
冬季平均	22	16	15



写真-3 林内での塩分捕捉(南横手)

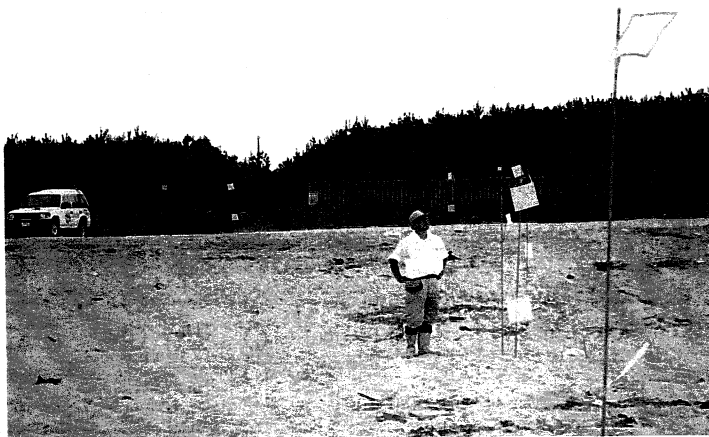


写真-4 海岸での塩分捕捉(南横手)

同様に1999年夏季の高さ2mにおける汀線側塩分量は南横手345mg/m²/hr、川前30mg、浜街55mgで、クロマツ林内10mではそれぞれ24mg、17mg、35mgであった。冬季の汀線側塩分量では南横手4mg/m²/hr、川前3mg、浜街3mgで、林内10mではそれぞれ4mg、3mg、4mgであった。

高さ0.5mの汀線側塩分量は南横手170mg/m²/hr、川前13mg、浜街7mgで、クロマツ林内10mではそれぞれ25mg、17mg、16mgであった。冬季の汀線側塩分量では南横手4mg/m²/hr、川前3mg、浜街3mgで、林内10mではそれぞれ4mg、2mg、4mgであった。高さ50cmの塩分捕捉量は3対象地で共に2mの値を下回った。

なお、対照区として測定した夏井川河口における高さ2mの夏季空中塩分量は、汀線から河口30mの地点で192mg/m²/hr、100m120mg、150m89mg、200m43mgで、冬季ではいずれも6~7mgであった。

高さ0.5mでは汀線から河口30mの地点で340mg/m²/hr、100m133mg、150m52mg、200m24mgで、冬季ではいずれも5~7mgであった(表-8)。

表-8 1999年度の高さ2mにおける月毎の塩分捕捉量(mg/m²/hr)

南横手

月	汀線側林縁部	10m	20m	40m	70m
6	563	42	44	18	5
7	612	34	36	10	10
8	140	19	9	5	8
9	45	7	7	4	3
10	362	20	15	10	9
夏季平均	345	24	22	9	7
12	5	5	5	4	6
2	3	3	3	2	3
冬季平均	4	4	4	3	4

川前

月	汀線側林縁部	10m	20m
6	50	17	24
7	38	31	23
8	21	17	21
9	10	5	3
10	32	17	15
夏季平均	30	17	17
12	4	4	4
2	2	2	2
冬季平均	3	3	3

浜街

月	汀線側林縁部	10m	20m
6	105	59	8
7	9	8	7
8	34	14	4
9	20	19	6
10	108	77	23
夏季平均	55	35	10
12	3	3	3
2	3	5	8
冬季平均	3	4	6

夏井川河口 (対照区)

月	15m	30m	60m	80m	100m	150m	200m
6	202	459	523	-	173	-	-
7	306	283	79	312	283	198	62
8	115	79	88	60	74	66	51
9	18	17	19	22	26	24	24
10	153	120	110	144	46	66	36
夏季平均	159	192	164	135	120	89	43
12	12	6	7	6	6	6	7
2	-	-	-	-	-	-	-
冬季平均	12	6	7	6	6	6	7

2000年の塩分測定は南横手のみで行った。測定箇所は汀線→砂浜10→20→40→60m（防風柵外側）と林内0m（防風柵内側）、林内5、10、20、30、40、50mおよびクロマツ林帯間の通路0m（汀線→砂浜→通路）10、20、30、40、50mの18地点とした（写真-3、4）。

この結果、夏季の高さ2mにおける塩分捕捉量は図-3に示すように、汀線254mg/m²/hr、砂浜20m 313mg、砂浜60m（防風柵外側）128mgと汀線より20m地点が最も濃度が高く、汀線と砂浜40m地点がほぼ同様の濃度であった。汀線より60m地点にある防風柵外側では汀線のほぼ50%の濃度であった。

通路0mでは121mg、10m126mg、30m64mg、50m20mgと濃度はやや低いものの30m以上にわたって塩分の影響を受けていることを示した。一方、林内0mの防風柵内側では8mg、10m58mg、30m7mg、50m2mgと林内10mでやや高いものの、総じて林内の塩分は低い。風速は最大で4.5m/sであった。

高さ0.5mの塩分捕捉量は図-4に示すように汀線657mg/m²/hr、砂浜10m746mg、砂浜40m300mg、砂浜60m（防風柵外側）126mgと、汀線より10m地点が最も濃度が高く、20～40m地点で汀線の50%以下となった。通路0mでは192mg、10m115mg、30m8mg、50m7mgと塩分の影響は20mで極端に減少した。一方、林内0m（防風柵内側）では12mg、10m4mg、30m2mg、50m1mgと林内下部での塩分は低かった。

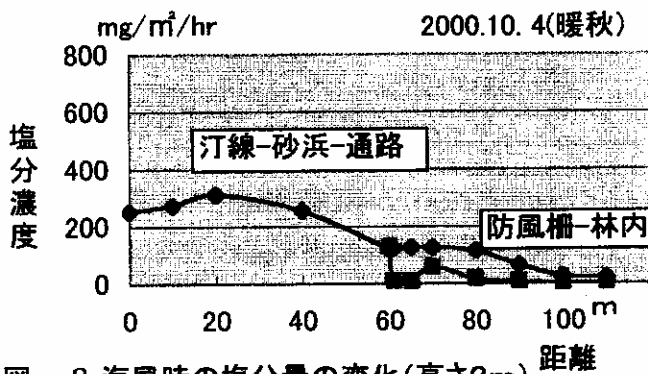


図-3 海風時の塩分量の変化(高さ2m)

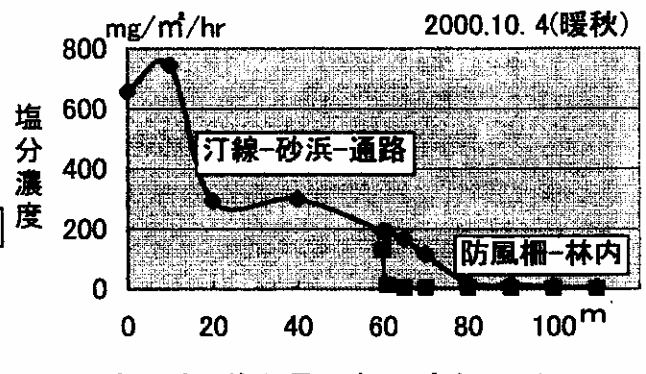


図-4 海風時の塩分量の変化(高さ0.5m)

冬季の高さ2mにおける塩分捕捉量は図-5に示すように汀線16mg/m²/hr、砂浜10m23mg、砂浜60m（防風柵外側）8mgと低濃度であった。通路0mでは8mg、10m2mg、30m2mg、50m2mgと低かった。

一方、林内0m（防風柵内側）では2mg、10m2mg、30m2mg、50m1mgと通路と同様に低かった。

高さ0.5mでは図-6に示すように汀線47g/m²/hr、砂浜10m52mg、砂浜40m10mg、砂浜60m（防風柵外側）3mgと汀線より20m以降は低濃度であった。通路0mでは7mg、10m5mg、30m2mg、50m1mgと低く、林内0m（防風柵内側）においても1mg、10m2mg、30m2mg、50m2mg、風速は2m/s以下であった。

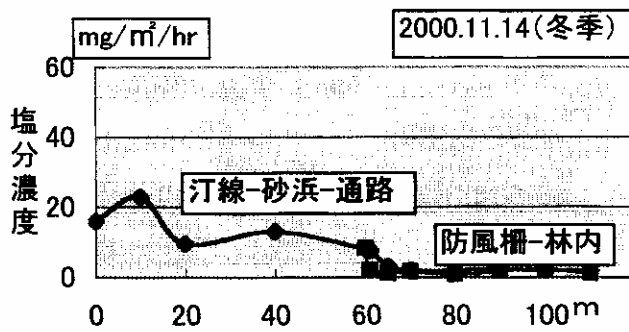


図-5 陸風時の塩分量の変化(高さ2m)

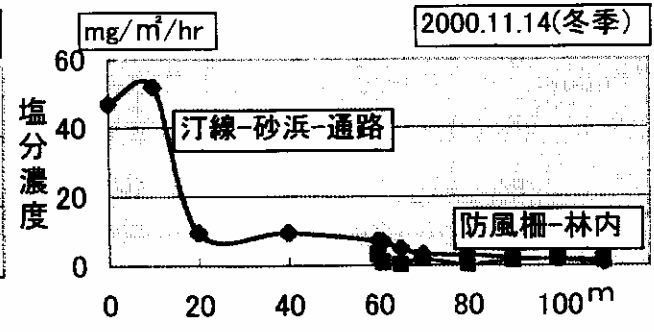


図-6 陸風時の塩分量の変化(高さ0.5m)

2 広葉樹導入試験

(1) 庇陰調査と生存本数

表一 9 は植栽 3 年後の生存本数である。これによるとタブノキの 30・20・10% の処理区とモチノキの 100% 区において枯死が認められた。タブノキは幼齡時の耐陰性があるといわれているが、実験では気温が低かったのと照度不足から合計 7 本の枯死となった。モチノキは照度 100% 区で 1 本枯死したが、これは寒風によるものと考えられる。タブノキ、モチノキとも旺盛な生育をするには海岸に近いことや日照時間が長いこと、年平均気温が 14℃ 程度は必要ともいわれており、研究センター苗畑は海岸から遠く離れていることと、年平均気温が 12.5℃ 前後で、しかも、冬季は天候が不順で寒風と積雪があることから、これらが相対照度と相まって枯損に結びついたものと判断される。

表一 9 各樹種における相対照度と生存本数

相対照度 (%)	100	60	30	20	10	5
タブノキ	12	12	9	9	11	12
モチノキ	11	12	12	12	12	12
トベラ	12	12	12	12	12	12
ネズミモチ	12	12	12	12	12	12

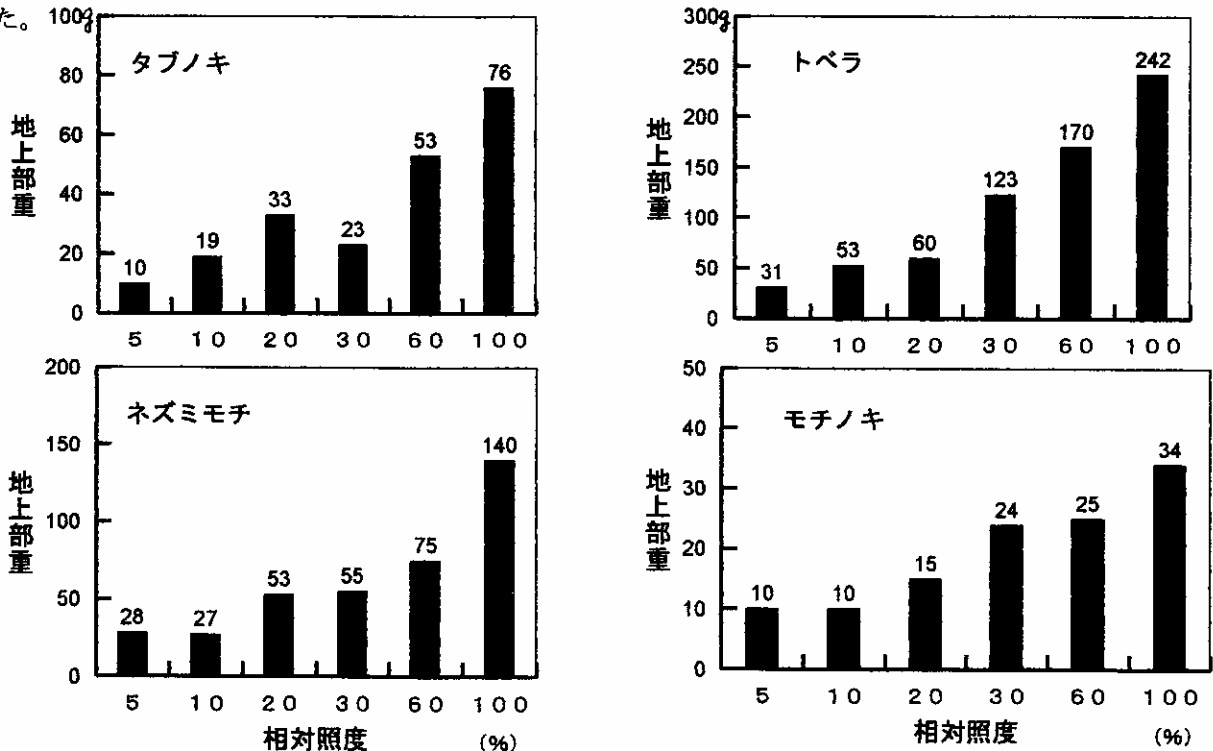
※各樹種 12 本

(2) 相対照度毎の地上部重量

各樹種毎の地上部重の増加量を図一 7 に示す。これは各樹種を庇陰条件下で 2 年間生育させ、各相対照度での地上部重の増加量 (g) および個体サイズの増加量 (D^2H) をみたものである。

これによるとタブノキを除く 3 樹種については相対照度が高くなるにつれて地上部重が増加する傾向にあった。各樹種毎の詳細をみると、タブノキは相対照度 5% 以下では殆ど成長がみられず 60% 以上で良好な成長を示した。トベラは相対照度の増加に伴い地上部重も徐々に増加し、30% 以上で良好な成長を示した。ネズミモチは相対照度 100% 処理枠で増加量が最も多く、60% 処理枠の約 2 倍に達した。モチノキは相対照度の増加にともなって地上部重が増加し、100% で最大となるものの、他の 3 樹種に比べ増加量はわずかであった。

各相対照度間での成長量の差を明らかにするため、それぞれの樹種において D^2H を危険率 5% 水準で t-検定を行った。タブノキおよびモチノキでは相対照度 60% あるいは 100% と 30% 以下との間で、主に有意差が認められた。また、トベラおよびネズミモチは相対照度 20% 以上において主に有意な差が示された。



図一 7 各樹種毎の地上部重の増加量 (2 成長期)

以上のことから、植栽2年目における相対照度毎の成長特性を検討すると、タブノキおよびモチノキは相対照度が30あるいは60%以上では良好な成長を示し、それ以下では成長量の変化が少ないことが判明した。一方、トベラとネズミモチは光環境の変化に対し成長量の変化が顕著に現れる傾向にあった。

2成長期と同様に、3成長期における各樹種毎の地上部重の増加量を図-8に示す。これによると4樹種すべてが相対照度が高くなるにつれて地上部重が増加する傾向にあった。各樹種毎の詳細をみると、タブノキは相対照度5%以下では殆ど成長がみられず60%以上で良好な成長を示した。トベラは相対照度の増加に伴い地上部重も増加した。相対照度30%以上で良好な成長を示し、特に100%においては5%の11倍に達した。ネズミモチは相対照度20%から増加するが、増加量の最大は60%であった。モチノキは相対照度の増加にともなって地上部重が徐々に増加するが、他の3樹種に比較するとわずかであった。D²Hの水準では2成長期とほぼ同様の傾向を示した。



写真-5 庇陰効果試験(研究センター苗畑)

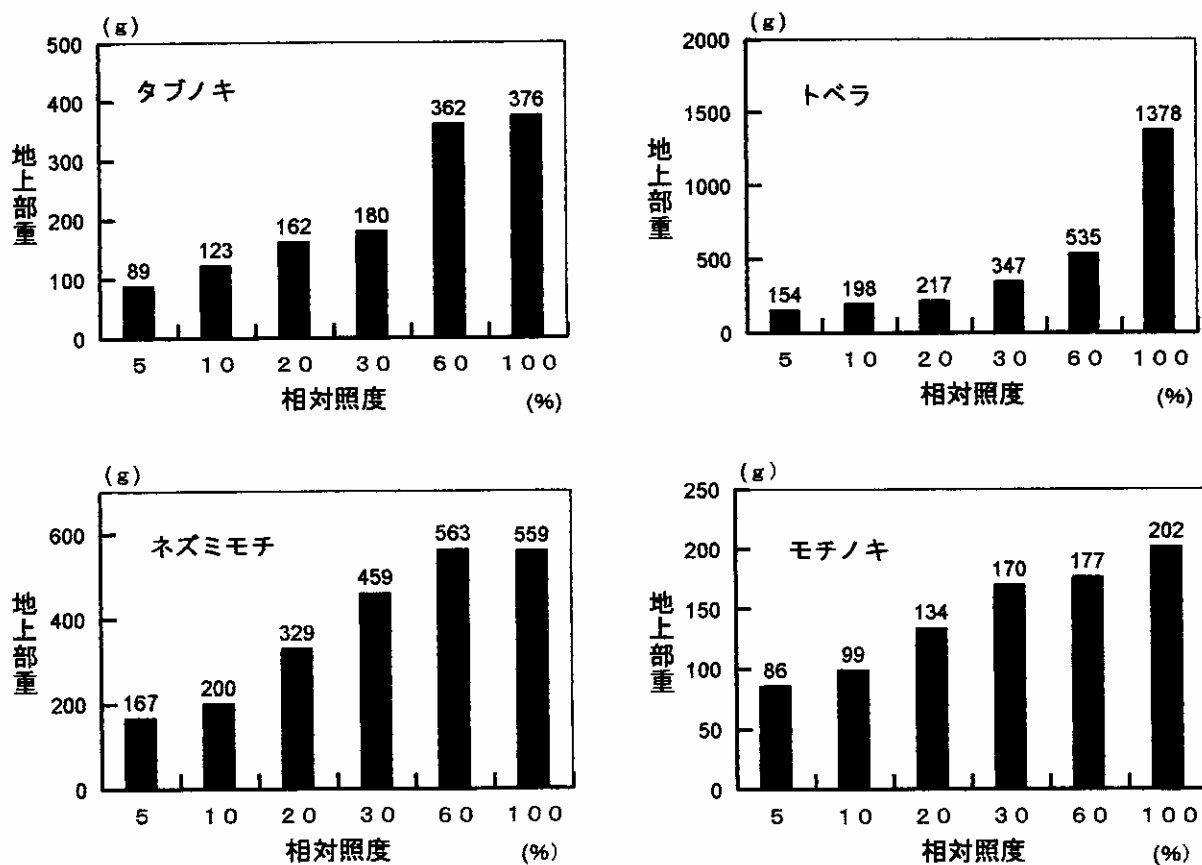


図-8 各樹種毎の地上部重の増加量(3成長期)

(3) 照度の違いによる各樹種毎の葉面積

植栽後2年目において、相対照度毎に各樹種を2本づつ合計96本を掘取り、葉面積を算出した。

照度の違いによる各樹種毎の平均的な葉面積 (cm²/本) を表一10に示した。

トベラの葉面積は相対照度100%が11,828cm²と最大で、5%では4,566cm²と最小となった。葉面積は20%から8,471cm²と急激に増加した。平均的には約8,100cm²と4樹種のなかでは群を抜いた。

ネズミモチは相対照度100%が5,842cm²と最大で、10%では2,216cm²と最小となった。葉面積は60%から4,376cm²と増加した。平均的には約3,500cm²であった。タブノキは相対照度60%が4,287cm²と最大で、10%では2,548cm²と最小となった。葉面積は5~30%では3,100cm²以下であり、平均的には約3,300cm²であった。モチノキは相対照度30%が2,599cm²と最大で、5%では1,690cm²と最小となった。全処理区で葉面積は小さく、平均的にも約2,000cm²と4樹種の中では最も小さかった。

以上のことから生育に必要な光の要求度はトベラが最も強く、モチノキは弱いながらも生育することが判明した。ネズミモチ、タブノキは相対照度が60%以上において葉の展開が進展する傾向にあった。

表一10 相対照度の違いによる葉数と葉面積

(1本)

相対照度 (%)	タブノキ		モチノキ		トベラ		ネズミモチ	
	葉数	葉面積	葉数	葉面積	葉数	葉面積	葉数	葉面積
5	102	3016	134	1690	263	4566	262	2506
10	94	2548	130	1775	303	5352	298	2216
20	78	2674	178	2036	512	8471	382	3254
30	118	3148	227	2599	455	9096	336	2841
60	160	4287	188	2069	684	9429	525	4376
100	174	3891	220	1708	1195	11828	801	5842

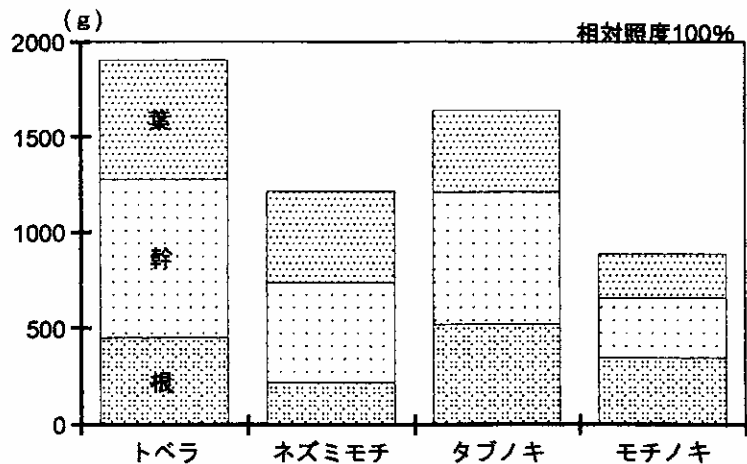
平均	120枚	3300cm ²	180枚	2000cm ²	570枚	8100cm ²	430枚	3500cm ²
----	------	---------------------	------	---------------------	------	---------------------	------	---------------------

(4) 葉の枚数と相対照度

上記の葉面積に用いた試料の平均的な葉の枚数と相対照度との関係を調査した。この結果、トベラの最も少ない葉数は相対照度5%で263枚、最も多い葉数は相対照度100%で1,195枚、平均570枚であった。同様にネズミモチは5%262枚、100%801枚、平均430枚であった。タブノキは20%94枚、100%174枚、平均120枚であった。モチノキは10%130枚、30%227枚、平均180枚となり、トベラ・ネズミモチは相対照度が高くなるに従って葉の枚数が増える傾向を示した。葉の大きさ別(0~1 1~3 3~5 5cm以上)ではタブノキは5cm以上のものが平均で89%を占めた。以下トベラ60%、モチノキ55%となり、ネズミモチは28%と少なかった。

(5) 各樹種の平均的な大きさ・重量

図一9に相対照度100%区における3成長期の各樹種毎の根・葉・幹の乾燥重量を示す。まず、4樹種毎の平均的な大きさのうち樹高はタブノキ>ネズミモチが、直径はタブノキが、幹・葉等地上部重量はトベラが、根茎等地下部重量はタブノキ・トベラが大きい傾向を示した。総体的な大きさ、重量、健全さから判断するなら、モチノキはやや弱いもののこれら4樹種は磐城海岸では十分生育が可能であり、クロマツ林下の補完的役割を果たすものと考えられる。



図一9 各樹種の平均的な乾燥重量

IV おわりに

本県の海岸林には幼齢林から100年を越すクロマツ林がみられる。これら高齢林は大正時代に防風・潮害防備林として植栽されたものが多い。しかしながら1975年にマツノザイセンチュウが確認されて以来、各種の開発と相まってマツの被害は拡大し続けてきた。被害の多くは年平均気温が12℃以上の地域に分布しており、当然、塩分を受ける海岸低地および丘陵地はこれに該当する。

クロマツの植栽による海岸防災林の造成は、当センターの渡邊らによってほぼ確立されていることは先にも述べた。現時点ではザイセンチュウに強い抵抗性マツの開発にも取り組んでおり、その実証検定が行われているところである。しかし残念ながら除間伐の手遅れから、貴重な林分や過密林分では枯損が進み機能の低下をまねく等、鮠ごっこが続いている。

事実、南横手試験地においても林内照度は8～9%で、通路付近で15～18%が確保される程度である。冬季においてはこれが7%で、林内中央部の1本を間伐して林分内1.2mの高さでようやく11%の開空度に達する有様である。

今回は、林分内に賦存している照葉樹のうちタブノキ・トベラ・モチノキ・ネズミモチの4種をクロマツの補完的な候補木として庇陰下で実証し、導入樹種としての価値をみた。実証現場が当研究センターというハンデと短期間の試験で樹種本来の特性が充分得ら



写真一6 間伐後の樹冠と開空度(南横手)

れたかは定かでない。今後ともクロマツの間伐を基本に、補完的に塩分に強いこれら4樹種の特性が得られるよう、現地において持続した研究が望まれよう。さらに付け加えるなら研究の方向として、これまで同様に被害木を伐倒除去し、薬剤等を散布しそのまま放置する等はバイオマスの有効な利活用には程遠く、富栄養化する林内林床でクロマツ本来の生存が可能かははなはだ疑わしい。

そのような意味合いからクロマツとこれら照葉樹がどのような林床下で快適に共存することが可能か、開空度と林床整備のあり方、さらに菌根菌等にも目を向けた総合的な研究調査が待たれているようにも思われる。

最後に海岸防災林を進める上でいわき農林事務所森林林業部の保安林担当者にはお世話を戴いた。記して厚くお礼を申しあげる。なお、本研究は試験開始から4ヵ年間は川口が、最終年度は今井が担当した。

V 文献

- 1) 工藤哲也：森林の防風機能 森林の公益的機能解説シリーズ⑩ 日本治山治水協会(1988)
- 2) 石川政幸：森林の防霧・防潮・飛砂防止機能 森林の公益的機能解説シリーズ⑨ 日本治山治水協会(1988)
- 3) 堀 繁：森林の風致保全機能 森林の公益的機能解説シリーズ⑬ 日本治山治水協会(1990)
- 4) 岩川幹夫ほか：有用広葉樹の知識－育てかたと使いかた－ 林業科学技術振興所(1985)
- 5) 渡邊次郎：海岸クロマツの生長におよぼす木炭・おがくず堆肥の施用効果 林業福島No. 268(1986)
- 6) 渡邊次郎・富樫誠・荒井賛：海岸防災林に関する研究－クロマツ海岸林の実態と施業改善試験－ 福島県林試研報20 105-122(1987)
- 7) 村井宏ほか：日本の海岸林－多面的な環境機能とその活用－ ソフトサンエンス社 119-122(1992)

- 8) 川口知穂・大槻晃太：福島県における海岸防災林の現状－クロマツ海岸林の横断面構造と林床植生－
東北森林科学会第3回大会講演要旨集(1998)
- 9) 大槻晃太・宗方宏幸：海岸クロマツ林における間伐の効果 東北森林科学会第1回大会講演要旨集
(1996)
- 10) 農林水産省林業試験場：創立80周年記念 最近の研究成果選集(1985)