韓國林學會誌 77(3): 303-314. 1988
Jour. Korean For. Soc. 77(3): 303-314. 1988

桶里 海水浴場 綠地帶 造成에 關한 硏究(II)[1*]

—곰솔 海岸防災林의 樹冠量 및 土壤分析, 植栽基盤評價 및 綠地帶計劃—

曺 熙 科[2]

Studies on a Plan for Afforestation at Tong-ri Beach Resort(II)[1*]

-Analyses of Crown Amounts and Soil Properties in the Disaster-damage Prevention Forests of *Pinus thunbergii* Parl., the Valuation on Soil Properties for Planting and Planning for Afforestation-

Hi Doo Cho[2]

要 約

海岸防災林으로 造成된 곰솔의 樹冠量을 分析하여 防災機能을 評價하는 資料를 提供하고 防災林地 및 砂丘地와 綠地帶 造成地에 對한 土壤成分比較 및 分級評價의 結果와 第 I 報(韓林誌 77(2))로 報告한 各種災害要因을 基盤으로 하여 海水浴場 周邊에 綠地帶를 計劃하였는데 다음과 같이 要約할 수 있다.

1. 陽樹冠量은 材積生長의 基本이 되나 곰솔의 防災林은 材積生長에 따라 陰樹冠을 포함한 樹冠表面積이나 體積이 增加함을 알 수 있고 樹冠表面積과 樹冠體積의 推定式은 모두 回歸性을 認定할 수 있다.

따라서 防災林은 1) 樹高가 큰 것일수록 樹冠表面積이나 樹冠體積의 增加比率이 더 크고, 2) 胸高直徑이 클수록 樹冠體積의 增加比率이 더 크나 樹冠表面積의 增加는 比例 關係에 있다.

2. 곰솔의 防災林地는 砂丘地보다 OM, T-N, SiO_2量이 더 많고 CEC도 더 큰 값이며 EC값이나 Cl量이 더 적은 것으로 보아 土壤이 改良되었고 防災林의 鹽害防止機能을 認識할 수 있다.

3. pH도 곰솔의 防災林地는 改良되었다.

4. 置換性 陽이온은 곰솔의 防災林보다 砂丘地가 더 큰값인데 貝殼이 계속 供給되므로 Ca量이 特히 많다. 그러나 P_2O_5는 砂丘地와 防災林은 거의 같은 값이다.

5. 곰솔의 防災林地는 全體的으로 보아 土壤이 改善되고 있으나 養分이 매우 缺乏되어 있다.

6. 곰솔 防災林의 殘在本數는 1970年 植栽된 것은 34%, 1976年의 것은 39%로서 自然的으로 間引이 이루어져서 密度調整이 되고 있으며, 枝下高도 各各 2.71m, 1.89m로서 枝下率調整으로 出入이 自由스러울 것으로 생각된다.

7. 砂丘地 中心에서 E方位에 있는 混淆林의 鹽風害防止 機能을 認定할 수 있다.

8. 綠地帶는 防災機能과 休息機能에 滿足할 만한 適正立木度가 要請된다.

9. 砂丘地 周邊의 土壤을 分級評價한 結果와 立地條件과 休息機能 및 防災機能을 考慮하여 桶里入口의

[1] 接受 7月 1日 Received on July 1, 1988.

[2] 全南大學校 農科大學 College of Agriculture, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea.

* 本 硏究는 全南大學校 學術硏究造成費에 依하여 이루어진것임.

空閑地와 1985年 植栽된 海松이나 道路를 撤去 및 閉鎖하여 綠地帶 造成地로 하였다.

10. 綠地帶는 帶狀으로 長軸이 主風方向 SE에 對하여 14°東偏으로 計劃하였으며 部落進入道路는 海松植栽地와 논사이를 盛土하여 開設한다.

11. 綠地帶를 造成함으로서 海水浴客에게 休息處를 提供함은 勿論 風下側에 있는 耕地에 165m 地點까지의 防風效果로 鹽害·飛砂의 被害를 防止하여 水稻의 增收效果가 있을 것으로 思料된다.

12. 綠地帶 造成面積 10,476m²에 2年生 곰솔苗를 1m×1m 間隔으로 10,476本을 主風方向에 對하여 植栽列이 直角이 되도록 植栽한다.

ABSTRACT

Tong-ri beach has not enough vegetation to be enjoyed by the sea bathers and to be satisfied with preventing the disaster-damages, but mixed forest near the beach can work its funtions and the old forest of *Pinus thunbergii* $P_{ARL.}$ near the beach do a little. Therefore it is very urgent to plant more trees near the beach for bathers and disaster-damage prevention.

This study was carried out for planning an afforestation, with reporting upon the crown amounts and soil properties of disaster-damage prevention forests of *P. thunbergii* $P_{ARL.}$ planted on the coast sand dunes in 1970 and 1976, and with reporting upon the valuation on soil properties of the lands near the beach in order to set the afforestation site.

The results are as follows :

1. In disaster-damage prevention forests, crown surface area and crown volume became increasingly greater in proportion to the height. To D.B.H., crown volume also became increasingly greater in proportion, but crown surface area was directly proportional.
2. In comparison to soil characteristics of sand dune, those of the forests were in large quantity in OM, T-N and avail. SiO_2, and almost in the same in avail. P_2O_5, but in small quantity in exchangeable cations : K, Ca, Mg and Na.
3. EC, Cl and pH were in small value in the forest soils, but CEC was in large value in those soils.
4. Above facts showed that the forests fulfill their functions for preventing disaster-damages and improve their soil properties.
5. The forests have naturally been thinned up to 34% in 17 years and 39% in 11 years, and one can easily pass through the forest(planted in 1970), because of its sufficient clear-length(2.71m) and its space to pass.
6. A plan for afforestation was made out after judging several sites by the evaluation on the soil properties and considering the best relaxation and the prevention of the various disaster-damages upon which were reported in the last issue.
7. Afforestation should be kept for maintaining its appropriate density for best relaxation and disaster-damage prevention.

Key words : *afforestation* ; *beach* ; *soil characteristics* ; *disaster-damages* ; *bathers* ; Pinus thunbergii ; *crown surface area* ; *crown volume*.

緖 論

全南 莞岳郡 甫吉面에 所在하는 桶里 海水浴場은 그 構成要素가 貧弱하므로 海水浴場으로 成立시키는 데는 積極的인 開發이 要求되며 特히 水邊景觀을 아름답게 해주고 淸凉한 空氣와 庇蔭을 주는 休息施設로서 綠地帶와, 砂丘地에 隣接한 桶里住民의 生活과 周邊農耕地의 保護側面에서 防災施設로서 綠地帶의 造成이 要請된다.

綠地帶 造成樹種은 甫吉島에 良好한 生育을 하고 있는 곰솔을 選定하였다. 井手[7], 飯塚[8]의 耐潮性과 耐鹽性 實驗報告에 依하면 곰솔이 防災機能面에서 適合하다고 생각되며 休息施設機能도 圓滿한 樹種이라고 생각될 뿐만 아니라 海岸防災林으로 곰솔이 造成되고 있으므로 곰솔을 綠地帶 造成 樹種으로 選定하였다.

따라서 甫吉島는 暖帶林帶이므로 甫吉島에서 39北上이나 같은 暖帶林帶에 囑하며 西南海岸에 있는 全南 新安郡 飛禽面 池堂里에 造成된 海岸防災林인 곰솔林의 單木에 對한 成長要素와 樹冠量에 對한 分析을 하여 防災機能을 評價하는 資料로 하였다.

또 防災林土壤의 有效成分分析과 綠地帶 造成地에 對하여 植栽基盤을 分析評價하여 綠地帶 造成에 대한 基礎資料로 하고 韓林誌 77(2)에 發表한 第I報의 災害要因을 基盤으로 하여 綠地帶 造成計劃을 報告한다.

材料 및 方法

1. 곰솔 海岸防災林의 樹冠量에 關한 分析

緯度 34°45′~34°50′, 經度 125°55′~126°00′에 位置하고 있는 全南 新安郡 飛禽面 池堂里의 海岸砂防施工地에 1970年(25.70 ha)과 1976年(2.16 ha)에 植栽한 곰솔 海岸防災林에서 標準地를 選定, 調査하였다. 5m×20m의 標準地를 各各 3個所씩 選定하여 1987年 4月에 樹高, 胸高直徑, 枝下高, 樹冠投影面積을 測定하여 梶原[10]가 提示한 $S_c=\pi r^2\sqrt{1+(\frac{h}{r})^2}$式(h는 樹冠長, r는 樹冠底面의 半徑)으로 單樹冠表面積을 求하고 林冠體積式 $V_c=\sum_{i=1}^{N}\frac{1}{3}gihi$(gi는 樹冠의 底面積, hi는 樹冠長)에서 gihi로 樹冠體積을 求하여 各各 統計分析하였다.

2. 곰솔 海岸防災林 土壤의 有效成分分析 및 植栽基盤評價

防災林 造成後에 土壤有效成分 變化를 把握하기 위하여 1987年 4月에 成長因子를 調査한 標準地와 砂丘地에서, 그리고 綠地帶 植栽基盤 評價를 위하여 1987年 3月에 甫里砂丘地와 隣接海松植栽地(70年生) 및 綠地帶 造成 予定地에서 各各 土壤試料를 3點씩 採取하여 다음과 같이 分析 하였다.

土性 ; 國際法

pH ; 유리 電極法

EC ; 傳導度計法

OM ; Turin 法

T-N ; Microkjeldahl 法

P_2O_5 ; Bray No. 2 法

SiO_2 ; 0.5 NHCl 可溶硅酸定量法

CEC ; 置換浸出法

K, Ca, Mg, Na ; In-CH_3COONH_4 置換浸出液을 原子吸光强度計로 測定

Cl ; Mohr 法

防災林 土壤分析値는 3個所의 分析値를 平均하여 사용하였으며 綠地帶 植栽基盤 評價는 日本造園學會의 植栽基盤評價 指針[4]에 依하였다.

結果 및 考察

1. 곰솔 海岸防災林의 樹冠量에 關한 分析

樹冠의 形態 크기 및 機能은 隣接木과의 位置關係 즉 立木度에 따라서 정해진다고[25] 하는데 單木生長의 基本인 葉量은 가지의 着生高, 着生角, 길이 및 伸長方向에 따라서 空間的인 가지의 配置가 달라지기 때문이라고[9] 한다.

樹冠計量에는 樹冠投影面積을 많이 사용하고 있지만 樹冠表面積과 樹冠體積을 더 重視하고 있다고[10] 하는데 더우기 防災效果面에서 鹽風害의 防止를 위하여는 附着鹽分量을 생각할 때 樹冠表面積이, 또 樹冠은 立體的이기 때문에 防風을 위하여는 樹冠體積이 갖는 意味가 樹冠投影面積보다도 더 크다고 생각한다.

幹材積生長은 陽樹冠量에 따라 支配된다[11]고 하나 樹冠量은 同化量에 크게 寄與하지 못하는 陰樹冠量을 포함하므로 幹材積生長因子인 樹高 및 胸高直徑과 樹冠量과의 相關을 分析할 必要가 있다고 생각한다.

樹高와 樹冠表面積, 胸高直徑과 樹冠表面積, 樹高와 樹冠體積 및 胸高直徑과 樹冠體積의 相關係數(Table 2)는 正의 相關關係에 있으며 모두 매우 有意的이었다. 또 이들을 回歸性의 有無를 檢定하기 위하여 分散分析을 한 結果 回歸性을 認定할 수 있으며 樹高와 胸高直徑을 獨立變數로 한 樹冠

Table 1. Growth factors of *Pinus thunbergii* P_{ARL}. in the sample areas.

Sample area	sample area (5m×20m)	No. of tree		Height (m)	D.B.H (cm)	Clear-length (m)	Crown projection area (m^2)	cover (5m×20m) (%)
		planted	residual					
A[1]	1	100	29	6.46 5.6~7.1	9.22 5.7~13.0	3.47 2.4~4.1	3.86 1.13~8.82	111.84
	2	100	38	5.61 4.0~6.7	7.06 3.8~11.2	2.34 1.8~3.7	3.32 0.65~7.14	122.51
	3	100	36	5.75 4.0~7.1	7.15 4.0~11.9	2.49 2.0~4.0	3.23 0.97~8.35	116.35
	Average	100	34	5.90 4.0~7.1	7.70 3.8~13.0	2.71 1.8~4.1	3.40 0.65~8.82	116.90
B[2]	1	100	33	4.17 2.9~5.6	5.46 2.8~10.0	1.67 1.2~2.2	2.62 0.77~6.30	86.43
	2	100	40	4.25 2.8~6.0	5.32 2.7~10.0	1.91 1.2~2.4	2.04 0.49~4.64	81.45
	3	100	43	4.14 3.1~5.4	5.18 3.3~8.0	2.03 1.5~2.8	1.80 0.23~3.68	77.21
	Average	100	39	4.19 2.8~6.0	5.31 2.7~10.0	1.89 1.2~2.8	2.12 0.23~6.30	81.70

Note. 1. Planted 10,000 seedlings per ha in 1970, at 50-2, Jidang-ri, Pikum-myon, Shinan-gun, Chollanam-do.
2. Planted the same seedlings in number as A in 1976, at 50-1, Jidang-ri, Pikum-myon, Shinan-gun, Chollanam-do.

Table 2. Correlation between height or D.B.H. and crown surface area or crown volume, and ANOVA for regression equation derived from height or D.B.H. to estimate crown surface area or crown volume.

Sample area	Correlation	Correlation coefficient	Regression equation
A[1]	between Height and crown surface area	0.668 $t=9.019>t_{101,0.01}=2.660$	$Y=1.09244\times1.47158^{x}$ $F_0=81.454>F^1_{101}(0.01)=6.90$
	between D.B.H. and crown surface area	0.720 $t=10.435>t_{101,0.01}=2.660$	$Y=0.26384+1.47362x$ $F_0=108.89187>F^1_{101}(0.01)=6.90$
	between Height and crown volume	0.633 $t=8.213>t_{101,0.01}=2.660$	$Y=0.10415\times1.81145^{x}$ $F_0=67.43600>F^1_{101}(0.01)=6.90$
	between D.B.H. and crown volume	0.749 $t=11.361>t_{101,0.01}=2.660$	$Y=0.56719\times1.26311^{x}$ $F_0=128.94324>F^1_{101}=6.90$
B[2]	between Height and crown surface area	0.802 $t=14.332>t_{114,0.01}=2.660$	$Y=0.56135\times1.75928^{x}$ $F_0=205.32485>F^1_{114}(0.01)=6.90$
	between D.B.H. and crown surface area	0.808 $t=14.645>t_{114,0.01}=2.660$	$Y=2.04716+1.66374x$ $F_0=214.57357>F^1_{114}(0.01)=6.90$
	between Height and crown volume	0.765 $t=12.694>t_{114,0.01}=2.660$	$Y=0.04498\times2.31665^{x}$ $F_0=161.12443>F^1_{114}(0.01)=6.90$
	between D.B.H. and crown volume	0.744 $t=11.882>t_{114,0.01}=2.660$	$Y=0.25237\times1.40254^{x}$ $F_0=140.96900>F^1_{114}(0.01)=6.90$

Note. 1, 2. The same areas as those of table 1.

表面積과 樹冠體積을 推定하기 위한 回歸式은 Table 2와 같다.

樹高와 樹冠表面積 및 樹冠體積의 相關圖(Fig. 1, Fig.2, Fig.3, Fig.4)는 1976年 植栽地나 1970年 植栽地가 다 같이 指數曲線을 이루는데 기울기로 보아 樹高가 낮은 것은 樹冠表面積 및 樹冠體積이 적고 樹高가 어느 程度 以上 成長하게 되면 樹冠表面積이나 樹冠體積이 急激히 增大함을

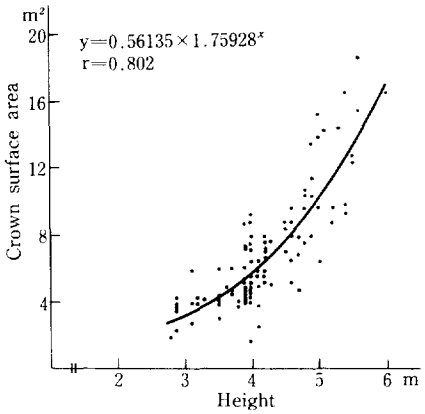

Fig. 1. Correlation between tree height and crown surface area of *P. thunbergii* Parl. planted in 1976.

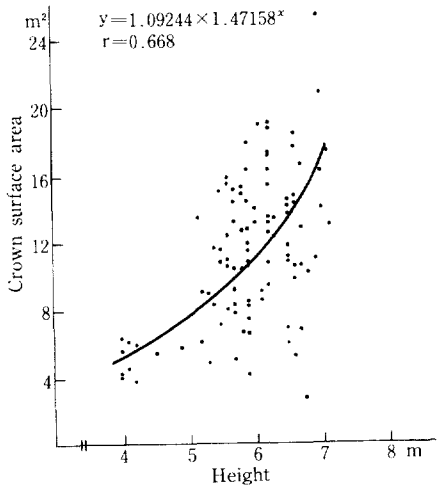

Fig. 2. Correlation between tree height and crown surface area of *P. thunbergii* Parl. planted in 1970.

알 수 있다. 樹高成長이 적은 것은 密植되어 被壓木이 있어 陽樹冠量이 적기 때문으로 생각할 수 있으나 樹間距離가 疎遠하여 充分한 空間을 가지고 있어도 生長이 不良하고 樹冠發達이 不進한 것도 있는데, 海岸砂防施工地에 있어서는 土壤條件이 不良한데 다 鹽風害 등으로 疎遠한 空間을 갖는 單木은 被害가 더 크기 때문에 生長에 沮害를 받은 결과라 생각한다.[24]

胸高直徑과 樹冠表面積의 相關圖(Fig.5, Fig. 6)는 1976年과 1970年 植栽地가 다같이 直線的인 分布를 하며 胸高直徑과 樹冠體積의 相關圖(Fig. 7, Fig.8)는 1976年과 1970年 植栽地가 다같이 指

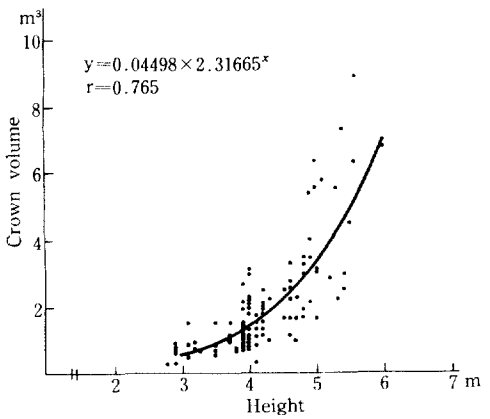

Fig. 3. Correlation between tree height and crown volume of *P. thunbergii* Parl. planted in 1976.

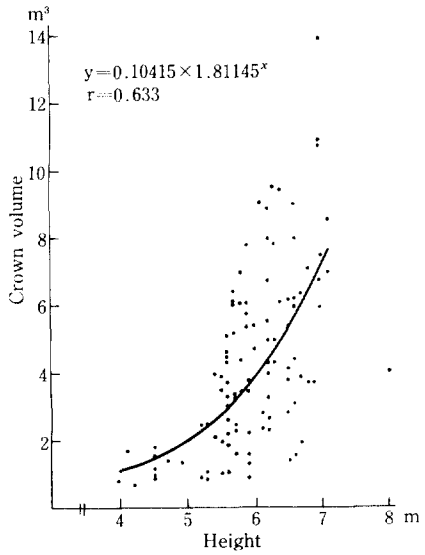

Fig. 4. Correlation between tree height and crown volume of *P. thunbergii* Parl. planted in 1970.

數曲線을 이루어 樹冠表面積은 胸高直徑成長과 比例하며 樹冠體積의 增加의 程度는 胸高直徑成長이 큰 것일수록 더 큼을 알 수 있다.

따라서 樹高와 胸高直徑은 幹材積의 生長因子이므로 材積生長量이 良好하면 樹冠表面積과 樹冠體積이 增加하므로 材積生長에 크게 寄與하지 못하는 陰樹冠量도 增大하게 된다.

海岸防災林은 密植方法이 매우 卓越한 것으로 認定받아 10,000本/ha을 植栽하고 있어 植栽後 10餘年이 경과하면 林木相互間의 競合이 激化되어

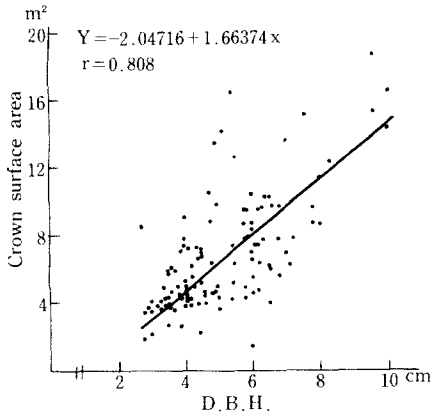

Fig. 5. Correlation between D.B.H. and crown surface area of *P. thunbergii* $P_{ARL.}$ planted in 1976.

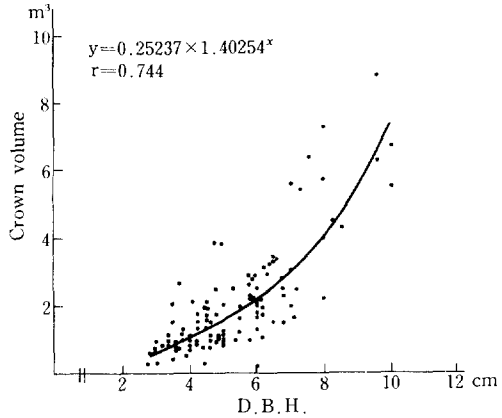

Fig. 7. Correlation between D.B.H. and crown volume of *P. thunbergii* $P_{ARL.}$ planted in 1976.

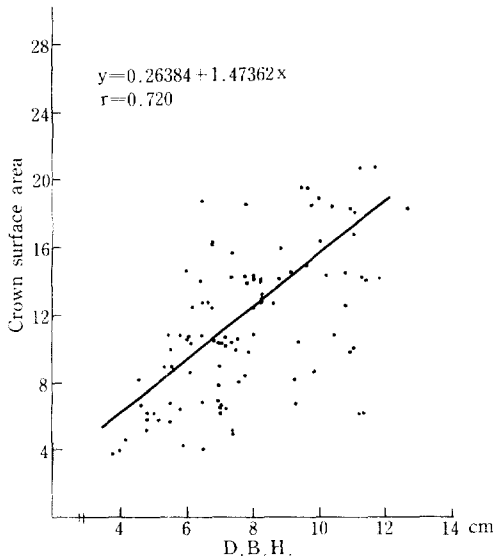

Fig. 6. Correlation between D.B.H. and crown surface area of *P. thunbergii* $P_{ARL.}$ planted in 1970.

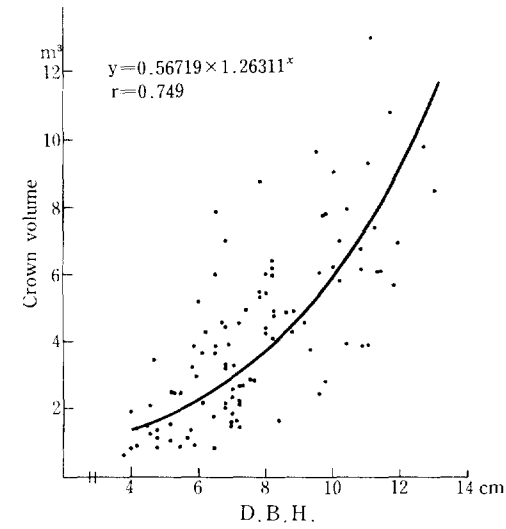

Fig. 8. Correlation between D.B.H. and crown volume of *P. thunbergii* $P_{ARL.}$ planted in 1970.

密度가 自然的으로 調整된다[20]고 한다. 따라서 本 調査地도 植栽後 一切의 撫育施業을 하지 않았으나 自然的으로 密度調整이 되어 1970年 造林地는 平均 34%, 1976年의 것은 平均 39%가 殘存하였고 被覆率은 各各 平均 116.90%, 81.70%인데 (Table 1) 相當한 樹冠被覆이 이루어지고 있음을 알 수 있다.

枝下高는 1970年 造林地는 $\frac{2.71}{1.8\sim4.1}$, 1976年 造林地는 $\frac{1.89}{1.2\sim2.8}$로서 密植하면 自然的인 枯上으로[24] 枝下率이 높아져서 壯令期以後에는 立木度나 枝下率에서 볼때 人間의 活動에 支障을 주지 않는 空間을 提供하리라 생각한다.

따라서 密植되어 立木度가 높게되면 枝葉이 枯上되는 傾向이 있어서 樹冠長이 짧게 되어 樹冠表面積이나 樹冠體積이 적게되므로 防災效果를 높이기 위하여는 適正立木度를 維持시키는 것이 必要하다.

Table 3. Soil characteristics of disaster-damage prevention forest and sand dune.

Item / Sample	pH (1:5 H_2O)	EC (mmho/cm)	OM (%)	T-N (%)	avail P_2O_5 (ppm)	avail SiO_2 (ppm)	CEC me/100g	Exch. cations(me/100g) K	Ca	Mg	Na	Cl (%)	Texture
dune sand	8.91	0.44	0.078	0.004	2.65	46.63	3.02	1.21	10.85	1.58	2.82	0.052	sand
A[1]	5.72	0.11	0.387	0.020	2.54	89.55	4.78	0.40	0.74	0.70	0.49	0.019	sand
B[2]	5.54	0.10	0.270	0.013	2.44	107.25	4.05	0.28	0.73	0.72	0.55	0.010	sand

Note. 1,2. The same areas as those of table 1.

2. 곰솔 海岸防災林 土壤의 有效成分分析 및 植栽基盤評價

1). 防災林 土壤의 有效成分分析

곰솔 海岸防災林은 造林時 施肥와 客土를 實施하였으나 11年, 17年이 經過하여 客土나 施肥效果가 消失되었으리라 생각된다. 따라서 土壤分析 結果를 보면 Table 3과 같다.

pH가 砂丘地는 8.91인데 防災林은 各各 5.72, 5.54로서 植栽後 改良된 것으로 생각되며 OM과 T-N도 砂丘地보다 防災林地가 크고, 또한 植栽經過年數가 많은 곳이 큰값인 것으로 보아 落葉이나 地床植物 및 小動物의 遺體에 依한 것으로 思料된다.

置換性 K, Ca, Mg, Na는 防災林地가 小量인데, 이는 植物體에 依한 利用과 風化가 쉬운 Ca, Mg, Na의 硅酸鹽이 林地被覆으로 風化가 抑制된 結果로 생각된다.[22] K硅酸鹽은 이들보다 風化에 對한 抵抗이 크다[22]고 하지만 亦是 砂丘地에 더 많다. Ca가 丘砂에 特히 많은 것은 貝殼의 供給 때문으로 생각된다. 또 砂土의 保肥力에 크게 關與하는 CEC는 防災林地가 큰값이므로 植栽後 改善된 것으로 생각된다.

P_2O_5는 砂丘地와 防災林地에서 差異가 없어 大端히 不足하며 SiO_2는 砂丘地보다 防災林地가 더 많다.

Cl의 量은 防災林地가 砂丘地보다 더 적은데 砂丘地는 0.052%, 防災林地는 植物生育에 支障이 없다고 하는 0.05%[6]以下인 0.019%, 0.010%이다. 이는 防災林의 鹽風害防止나 防潮機能의 結果로 생각되며 EC도 防災林地가 더 작은 값이다.

土性은 砂丘地나 防災林地가 모두 砂土인데 防災林地는 有機物의 影響으로 土色은 淡赤褐色이며 全體的으로 森林土壤의 初期段階이다.

그러므로 防災林의 防災效果는 勿論이며 土壤의 理化學的 性質이 改善되고 있다고 볼 수 있으나 防災林地는 우리나라 主要土壤과 比較하여 보면 K, Mg, Na는 거의 같은 값이나 Ca, P_2O_5, OM, T-N 등 全成分으로 보아 養分이 매우 缺乏된 狀態이다.[3] 우리나라 主要土壤의 CEC는 3.4~20.10me/100g라[3] 하는데 防災林地의 CEC는 매우 낮은 값이나 日本의 新潟縣 下越地方의 海岸防災林에 比하면 그다지 낮은 값은 아니다[17]. 또 日本의 下越地方의 海岸防災林地와 調査地인 우리나라 防災林地와 比較하면 pH는 差異가 없으나 N의 값과 EC의 값은 우리나라 防災林地가 적다[17].

2) 綠地帶 造成地 植栽基盤評價

楠里砂丘地 周邊에 綠地帶를 造成하기 위하여 日本造園學會의 "綠化事業 における 植栽基盤整備 マニュアル"[4,14,15,16]에 規定되어 있는 內容으로 土壤을 分析하여 分級評價하였다. 즉 分析項目의 必要性 一覽表[4]에 "必要"로 定한 項目중 土壤分析結果의 分級表에 있는 項目을 分級評價하였다 (Table 4).

分級項目은 土性, pH, EC, P_2O_5, CEC, Cl 등 7個項目인데 綠地帶 造成豫定地를 곰솔植栽地에 隣接한 空閑地(T_4)로 정하고 砂丘地에 隣接한 飾地의 土壤과 比較하기 위하여 砂丘地, 海松植栽地(T_1), 混淆林에 隣接한 밭(T_2), 混淆林에 隣接한 空閑地(T_3)의 土壤을 分級評價하였다.

分級計로 보아 dune sand>T_3>T_1>T_4>T_2 순서인데 T_4가 分級計 13으로 土壤評價에 있어서 뿐만 아니라 休息空間的 側面이나 防災的側面을 考慮한 立地條件이 綠地帶 造成 適地로 判定된다.

T_1은 分級計가 15이며 pH가 높고 Cl이 많아 隣接한 T_4보다 不良하나 T-N과 CEC가 같은 分級임을 볼때 落葉의 影響으로 생각된다. Cl量은 T_2가 植物生育에 支障이 없다고 하는 0.05% 以下로서[6] 分級1인데 混淆林이 鹽風害를 防止하고 있기 때문으로 생각된다.

Table 4. Valuation on the soil properties of the areas around Tong-ri beach and the properties of the beach sand. (by ground maintenance manual in landscape planting of Institute of Landscape Architects of Japan.)

Item / Sample	pH ($1:5$ H_2O)	EC mmho/cm	T-N (%)	Avail, P_2O_5 (ppm)	CEC (me/100g)	Cl (%)	Texture	Total
dune sand	3	2	3	3	3	3	3	20
T_1	2	1	1	3	2	3	3	15
T_2	1	1	2	3	2	1	2	12
T_3	2	1	2	3	3	2	3	16
T_4	1	1	1	3	2	2	3	13

Note. 1 ; Excellent in quality
2 ; Good in quality
3 ; Poor in quality
4 ; Very poor in quality

T_1 ; Area being planted *P. thunbergi* $P_{ARL.}$ about 70 years ago
T_2 ; Dry field near mixed forest
T_3 ; Vacant land near mixed forest
T_4 ; Vacant land near the forest of *P. thunbergii* $P_{ARL.}$

Table 5. Vegetation around Tong-ri beach

Locality	Area (m^2)	Tree species	No. of tree	Height	D.B.H.	Ground flora
A[1]	427.9	*Machilus thunbergii* S.et Z.	72	7 / 6-8	13.0 / 9.6~22.3	*Euonymus fortunei* var. *radicans* ($S_{IEB.}$ et $M_{IQ.}$) R_{EHDER}
		Neolitsea sericea ($B_{L.}$) $K_{OIDZ.}$	2	7 / 6-8	9.6 / 9.6~9.6	*Ligustrum japonicum* $T_{HUNB.}$
		Cinnamomum japonicum $S_{IEB.}$	3	7 / 6-8	11.7 / 9.6~15.9	*Symplocos chinensis* for. *pilosa* ($N_{AK.}$) $O_{HWI.}$
		Total	77			*Hedera rhombea* $B_{EAN.}$
						Ligustrum obtusifolium S.et Z.
B[2]	3,719.3	*Machilus thunbergii* S.et Z.	103	7.5 / 5~10	9.18 / 6.4~22.3	*Rosa multiflora* $T_{HUNB.}$
						Pueraria thunbergiana $B_{ENTH.}$
		Pinus thunbergii P_{ARL}	49	11.5 / 10-13	16.0 / 6.4~31.8	*Sageretia theezans* $B_{RONGN.}$
						Ulmus parviforia J_{ACQ}
		Neolitsea sericea ($B_{L.}$) $K_{OIDZ.}$	42	8 / 6~10	11.4 / 6.4~31.8	*Euscaphis japonica* ($T_{HUNB.}$) K_{ANTIZ}
		Cinnamomum japonicum $S_{IEB.}$	29	8 / 6~10	11.9 / 6.4~31.8	*Celastrus orbiculatus* $T_{HUNB.}$
						Clematis terniflora DC.
		Celtis sinensis $P_{ERS.}$	13	6.5 / 5~8	10.6 / 6.4~31.8	*Zanthoxylum piperitum* A.P.DC.
		Total	236			*Zanthoxylum planispinum* S.et Z.
C[3]	2,433.6	*Pinus thunbergii* $P_{ARL.}$	170	11 / 8~14	20.15 / 6.4~31.8	
D[4]	2,592.0	*Pinus thunbergii* $P_{ARL.}$	2,060			

Note : 1, 2 ; mixed forest can be easily divided into A and B with its forest type.
3 ; Planted about 70 years ago. 4 ; Planted in 1985.

3. 綠地帶 造成 計劃

1) 周邊植生整理

砂丘地 중심에서 E方位에 후박나무, 참식나무, 생달나무 등 帶狀의 混淆林과 70餘年生 곰솔 170本이 帶狀으로 植栽되어 있으며 亦是 NW方位에 帶狀으로 1985年에 2,060本의 곰솔이 植栽되어 있다(Table 5, Fig. 9). 混淆林에 隣接하여 耕地가 있기 때문에 混淆林은 綠地帶로서 機能을 다하고 있으리라 思料되나 1985年에 造林된 곰솔은 空間이나 植栽列配置에 있어서 綠地帶의 防災機能을 考慮치 않고 植栽되어 있어 滿足할 만한 綠地帶가 될수 없으므로 再造林되어야 하고, 또 70餘年生 곰솔은 枝下高가 높고 樹間距離가 均一하지 않으며 樹冠의 形狀이 고르지 못하므로 密閉率이 낮아 防災機能을 充足시킬수 없으므로 새로이 綠地帶를 造成하여 滿足할 만한 機能을 發揮할 때 伐採하여 再造林되어야 한다.

2) 綠地帶 造成 位置

海水浴場은 快適한 水邊環境을 海水浴客에게 提供하기 위하여 自然環境條件이나 施設을 갖추어야

되며[1], 後背地로는 植生, 建物, 地形 등의 景觀的 問題와 周邊住民과의 摩擦등의 문제가 惹起되는 點을 考慮하여야 되는데[1] 桶里砂丘地 周邊에 部落이 있을 뿐만 아니라 耕作地가 있으므로 防災機能을 勘案하여 綠地帶가 計劃되어야 한다.

綠地構成要素는 植生이나 地形·氣象 등의 自然要素나 施設 등의 人工的 要素를 中心으로 42個項으로 나눌수가 있는데[5] 이들 項目의 評價尺度로서 休息性 淸涼性·自然快性·自然遊戱性·淸潔性·人工性·便益性·管理性·自然性·自然美性·靜寂性의 11個因子로 大別할 수 있다고[5] 한다. 防災機能을 考慮하여 11個因子를 滿足시킬 수 있는 樹種選定이나 位置와 形狀을 定하는데 制限된 地形條件과 空間에서 大端히 어려우므로 休息性과 便益性 등 몇가 主要因子를 고려하고 防風과 飛砂防止·鹽風害防止 등을 考慮하여 位置를 定하였다.

砂丘地에서 方位E에 있는 混淆林(Table 5, Fig.9)은 綠地帶로서 充分히 機能을 發揮하고 있고 混淆林 앞 空閑地는 앞으로 積極的인 海水浴場開發을 위한 後背施設이나 臨海施設[1]의 候補空間으로 指定하여야 된다.

따라서 綠地構成要素의 評價尺度因子중 休息性과 便益性을 勘案하고 防災機能을 고려하여 볼때 空閑地 T_4와 1985年 곰솔造林地 및 道路를 포함한 地域에 綠地帶(10,476m²)를 造成하여야 된다고 생각한다. 帶狀의 綠地帶는 防災機能側面에서 主風方向과 直角으로 造成되어야 한다[19]고 하는데 이 地域은 主風方向 SE에 對하여 長軸方向이 14° 東偏이므로 防災效果를 높이기 위하여 苗間距離 1m×1m로 하되 植栽列을 主風方向에 대하여 直角으로 하고 植栽穴이 三角形이 되도록 配植하였다(Fig.10). 綠地帶 造成地는 砂丘地에 隣接하고 있어 休息機能面이나, 논이 隣接해 있으므로 防災機能面에서 매우 適合한 位置이며 形狀을 帶狀으로 造成할 수 있어 特히 그 效果가 크게 期待되는 位置이다.

3) 綠地帶의 幅

防風效果는 樹高·風의 性質·防風林의 前後의 狀態·防風林의 構造에 따라 다르다[19]고 하는데 單純히 減風效果面에서 볼때 耕地防風林의 列數는 3~4列이 좋다고 하나 更新이나 林木의 正常的인 成長이란 觀點에서 보면 幅이 30~36m가 좋

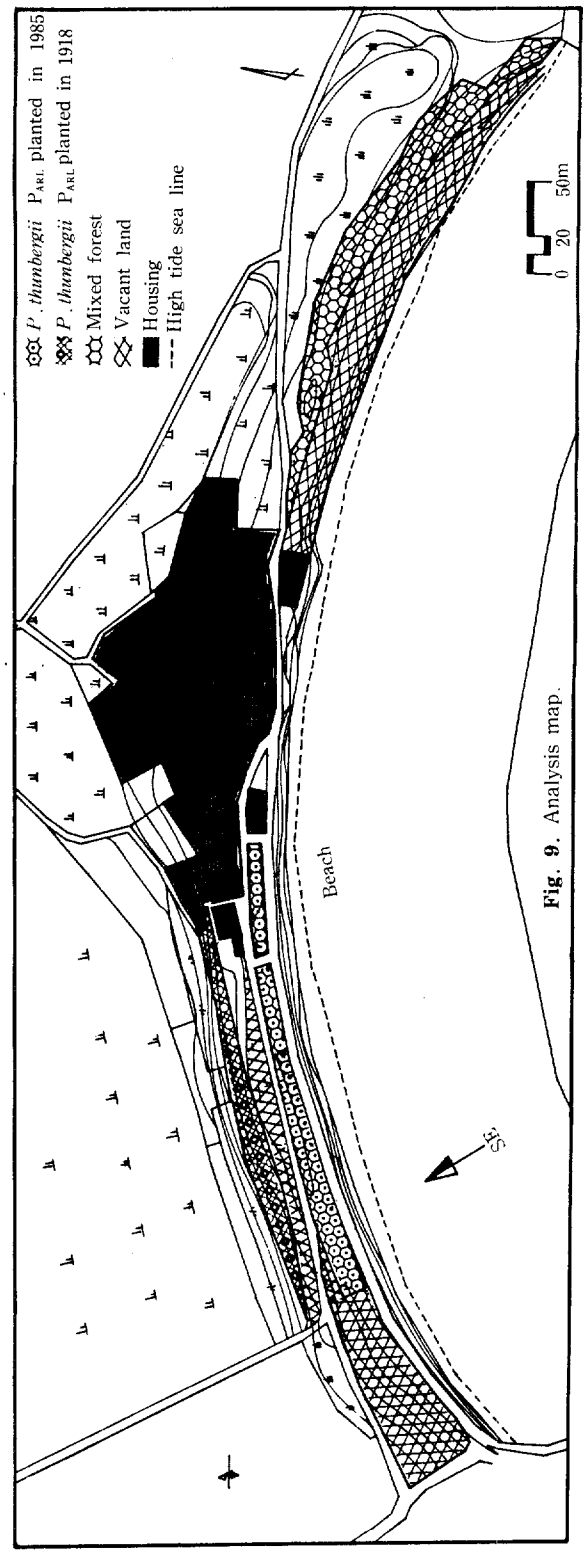

Fig. 9. Analysis map.

다[21,23]고 하고 內陸防風林은 30m 前後(20~40m)가 一般的인 基準幅이라는 報告[12]도 있으나 海岸防風林은 50~60m의 林帶가 安全하다[23]고 한다. 綠地帶 造成地는 長方向이 283m, 幅이 30~40m이므로 災害防止를 위한 效果는 充分히 發揮할 수 있으리라 생각되며 休息機能面에서는 滿足할 만한 規模는 아니지만 砂丘地에 隣接해 있으므로 休息性이나 便益性은 높이 評價할 만 하다(Fig.10).

4) 綠地帶의 密閉度

綠地帶의 造成目的인 休息機能과 防災機能을 滿足시키기 위하여는 適正한 密閉度를 維持시키도록 하여야 한다. 防風林의 密閉度가 높으면 風速을 弱하게 하는 效果는 크지만 林帶의 後方의 짧은 距離에서 風速이 回復되므로 全體로 보아 防風效果가 큰 防風林이라 할 수 없다[19]고 하고 風蝕을 고려하여 密閉率을 75~80%가 適當하다[19]고 하며 平坦地의 耕地防風林이나 防風田에서는 70~80%가 가장 防風效果가 크다[21]는 報告가 있고 正面에서 보아 枝葉이나 樹幹이 防風林全面의 60%前後가 最適密度[12]라 한다. 그러나 密閉度는 林帶의 造成位置나 利用目的에 따라 다르다고 생각된다.

材積生長量은 樹冠表面積이나 樹冠體積增加에 關係가 있으며 陽樹冠表面積은 材積生長에 關係가 있다[11]고 한다. 材積生長을 위한 枝打는 密閉率이 낮아져서 防風效果가 減少하며[12,18] 立木度가 높으면 樹冠量이 減少되어 密閉率이 낮아지고, 立木度가 너무 낮아도 密閉率이 낮아져서 鹽風害로 生長이 阻害를 받아 樹冠量이 減少[24]하므로 海水浴場에 造成되는 綠地帶는 水邊景觀과 休息性을 滿足시킬 수 있고 防災機能도 發揮할 수 있는 適正立木度를 維持시키는 施業法이 講究되어야 한다.

5) 動線計劃

旣存道路는 綠地帶로 利用되므로 新設道路는 海水浴客과 通行住民의 摩擦을 避할 수 있는 位置라야 한다. 그러므로 海水浴場과 道路를 綠地帶가 遮斷하는 位置인 綠地帶와 논의 中間에 있는 私有地에 新設하고 部落에 이르러 迂廻하여 旣存道路에 連結시킨다(Fig.10).

6) 綠地帶의 期待效果

綠地帶의 造成位置를 砂丘地에 隣接한 곳으로 하였으므로 休息性과 便益性 등 綠地帶構成要素의 主要評價尺度[5]를 滿足시킬 수 있다고 본다.

防災機能에서 볼때 主風方向인 SE에 對하여 綠地帶의 風下側에 논이 位置하고 있어 防災效果가 크게 期待된다. 砂丘地에서 發生하는 災害는 潮害·風害·飛砂害·鹽風害 등으로 나누어 생각할 수 있다. 綠地帶 造成地는 砂丘地에서 平均높이 2m의 堤坊으로 되어 있어서 自然的으로 防潮가 된다.

飛砂는 風速에 支配되는데 4.0m/sec以下인 1시간 平均風速과 瞬間風速이 各各 發生回數로 보아 77.1%, 87.1%(第I報, 韓林誌 77(2))로서 이 風速은 Beaufort 風級 3(軟風 3.4~5.4m/sec)[13]에 該當되는데 飛砂가 發生하지 않는 風速이라고 생각한다. 따라서 實測한 最大 1시간平均風級인 8.1~9.0m/sec는 48회 관측중 1回 發生하였고 最大瞬間風級인 9.1~10.0m/sec도 278回 觀測중 2回 發生하였는데(第I報, 韓林誌 77(2)) Beaufort 風級 5(疾風 8.0~10.7m/sec)[13]로서 細砂의 飛砂가 豫想되나 堤坊이 있어 큰 被害를 防止하여 주리라 생각된다(Fig.10).

丘砂의 限界摩擦風速을 粒徑別로 보면 1~2mm, 0.5~1mm, 0.25~0.125mm, 0.062~0.125mm는 各各 4.3m/sec, 3.4m/sec, 3.1m/sec, 2.8m/sec, 2.2m/sec인데 最大粒徑級인 1~2mm의 것이 4.3m/sec이고 82.3%의 造成比인 0.125~0.25mm丘砂의 限界摩擦風速은 2.8m/sec이므로 Prandtl의 對數法則(第I報, 韓林誌 77(2))에 따라 垂直높이가 높아짐으로 風速이 增加하기 때문에 Beaufort 風級 5以上에서 細砂의 飛砂가 豫想되나 前述한 바와 같이 實測風速에서는 이 風級이 發生頻度가 極히 낮으므로 平時에는 飛砂가 거의 發生하지 않으리라 생각된다. 그러나 降雨를 隨伴하지 않은 强風이나 台風이 있을 때에 飛砂가 豫想되며 이때에 堤坊이 飛砂防止 效果와 堤坊에 造成된 綠地帶가 飛砂防止機能을 發揮하리라 생각된다.

丘砂의 主要鑛物造成比(第I報, 韓林誌 77(2))가 Quartz는 75.6%, Calcite가 14.4%, Feldspars가 8.1%인데 丘砂의 粒徑別 造成比가 제일 많은 0.125~0.25mm의 것은 82.8%가 Quartz, 13.21%가 Calcite, 2.5%가 Feldspars이므로 飛砂가 發生하면 飛砂鑛物造成은 96.01%가 Quartz와 Calcite가 될것이다.

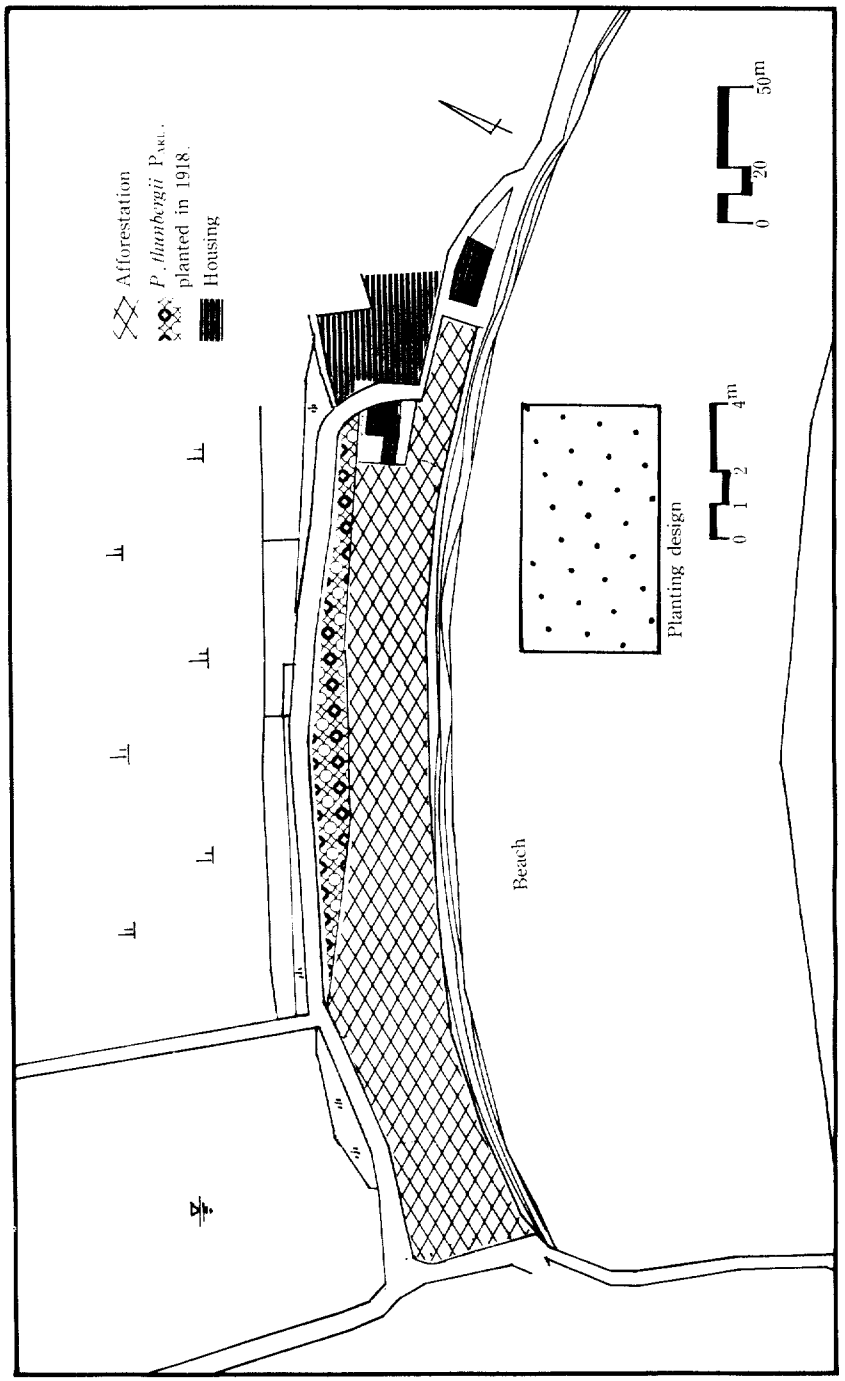

Fig. 10. Afforestation planning map.

飛來鹽分은 風速에 支配되기 때문에 强風에는 飛沫이 더 커서 空氣中 含鹽量이 많을 것이나 平常時에도 海水含鹽量이 33‰이므로 (第I保, 韓林誌 77(2)) 綠地帶의 防風機能은 飛來鹽分의 被害輕減을 隨伴하게 된다. 汀線으로부터 65m 地點에서 平均風速 1.64m/sec에 2시간 동안 포착한 垂直面捕捉量이 7.14ppm/400cm², 水平面捕捉量이 6.57ppm/400cm²인데 內地로 向할수록 감소한다 (第I報, 韓林誌 77(2)). 따라서 이곳에 綠地帶를 帶狀으로 造成하기 때문에 主風方向 SE의 風下側에 있는 논은 綠地帶가 造成됨으로서 風害는 勿論 受精期間이나 出穗期 前後에 鹽害로 因한 減收를 防止할 수 있다고 생각한다.

防風林의 防風效果는 樹高의 15倍[19]라고 하는데 砂丘地에 隣接한 70年生 곰솔나무林의 樹高 (Table 5)를 기준으로 하여 보면 風下側으로부터 165m까지 鹽風害를 輕減시킴으로서 增收效果를 거둘 수 있으리라 思料된다.

引 用 文 獻

1. 靑木陽二, 鈴木忠義. 1985. 水浴場 評價方法에 關する 硏究. 造園雜誌 49(2) : 59~68.
2. 曺熙科. 1987. 中里海水浴場 綠地帶造成에 關한 硏究. 全南大學校 農科大學 演習林報告 9 : 1~63.
3. 趙成鎭, 朴天緖, 嚴大翼. 1987. 三訂土壤學. 鄕文社, 서울. p.169, pp.271-174, pp.297-299.
4. 土壤分科會. 1984. 綠化事業における 植栽基盤整備 マニュアル. 造園雜誌 48(2) : 133-145.
5. 藤井英二郎. 1978. 綠地の快適性 構造とその地域特性. 造園雜誌 42(2) : 8-14.
6. 本間 啓, 內野 弘. 1967. 臨海埋立地のヘドロ部分における 植栽工法とヒメコウライツベの生育について. 造園雜誌 31(2) : 5~8.
7. 井手久登. 1963. 造園樹木の 耐潮性に 關する硏究. 造園雜誌 26(2) : 18~23.
8. 飯塚肇. 1967. 森林防災學. 森北出版株式會社, 東京. pp. 255-264.
9. 猪瀨光雄. 1981. トドマツの 單木生長 モデル (1). 日林誌. 63(11) : 410-415.
10. 梶原幹弘. 1973. モデル 樹冠による林冠の投影面積, 表面積 および 體積計算. 日林誌. 55(10) : 316~319.
11. _____. 1985. 陽樹冠表面積 による 幹材積生長量の推定. 日林誌. 67(12) : 501~505.
12. 樫山德治. 1967. 森林と災害シリズ(內陸防風林). 林業技術. 309 : 23~26.
13. 金昭九・沈仲燮. 1984. 地球科學. 淸文閣, 서울. p.137.
14. 輿水肇. 1980. 綠地土壤硏究の課題と方法. 造園雜誌 44(1) : 24~29.
15. _____. 1982. 植栽基盤整備のための土壤調査の手法とその標準化. 造園雜誌 46(1) : 35~43.
16. _____. 1983. 植栽基盤整備の手法とその標準化について. 造園雜誌 47(1) : 32~38.
17. 三浦貞觀・丸山幸平. 1984. 砂丘地の土壤-植生系に及ぼす海岸林の效果に關する硏究. 日林誌. 66(9) : 380~385.
18. 小野寺仰・增田久夫・石川政幸. 1955. 防風林周邊の防風效果について. 日本林試硏報. 80 : 53~74.
19. 大後美保. 1967. 農林防災. 防災科學 シリーズ 9. 共立出版, 東京. pp. 408~421, pp. 491~492.
20. 小田隆則. 1986. 海岸クロマツ林の間伐に關する試驗. 千葉林試報. 20 : 37.
21. 小澤行雄. 1978. 防風林の機能效用について. 北海道農試硏究資料 14 : 51~70.
22. Russell, E.W. 1973. Soil conditions and plant growth. William Clowes & Sons, Ltd., London. pp.30~45, p.90, pp.118~123, p. 754.
23. 佐藤一郎. 1983. 砂丘農業と海岸防災林. 林業技術. 492(3) : 8~11.
24. 富樫 誠, 渡邊次郎. 1985. 海岸防災林の施業改善試驗. 福島縣林試硏報. 18 : 53~55.
25. 戶田良吉. 1964. 生立本數と枝張りとの關係. 日林誌. 46(4) : 127~132.