

## 순천만 해안방풍림 조성을 위한 생태학적 식재모델 개발\*

김 도 균

순천대학교 조경학과

The Development of Ecological Planting Model for the  
Make Up of Coastal Windbreak Forest on  
Suncheon Bay in Suncheon-si, Korea\*

**Kim, Do-Gyun**

Dept. of Landscape Architecture, Sunchon National University.

### ABSTRACT

This study was carried out to the development of ecological planting model to make up of coastal windbreak forest on the Suncheon-bay in Suncheon-si, Korea. Make up of coastal windbreak forest in this site was needed for appropriate bioresource, biodiversity and ecological structure, and for conservation of the eco-tour resource and protection of human life and property by the unforeseen disaster from the coast. Based on the plant-social principle, the planting model of windbreak forest was developed to facilitate growth of trees, considering planting locations.

The ecological planting model for the coastal windbreak was composed of warm temperate evergreen and windbreak forest which is spreading around the inland area in Korea. The horizontal forest style was composed of forest edge community and inner forest community, and the vertical forest style was composed of upper, middle, low and ground planting class. The target of the present model was quasi-natural forest, and the species of tree were selected based on the adaptability to surroundings depending on a goal to create a forest and forest style. To achieve both functions of wind break forest and visual effect in short period of time, small trees and seedlings were planted with high-density of

---

\* 본 논문은 2008년 순천대학교 학술연구비 공모과제로 연구되었음.

**Corresponding author** : Kim, Do-Gyun, Dept. of Landscape Architecture, Sunchon National University, Suncheon 540-742, Korea,  
Tel : +82-61-750-3871, E-mail : doaha@Sunchon.ac.kr

**Received** : 10 January, 2011. **Revised** : 17 February, 2011. **Accepted** : 22 February, 2011.

40,000/ha in an expectation of easy natural maintenance in the future. The significance of the present study is a suggestion for a guideline to create ecological coastal windbreak forest in the Suncheon-bay in which the harmony of human life and the ecological conservation is of great importance. Also, the ecological coastal windbreak forest model should be developed further through the long term monitoring after construction of forest.

Key Words : *Natural vegetation, Potential natural vegetation, Quasi-natural vegetation, Ecological planting, Planting design.*

## I. 서론

순천만은 한국 남해안에 위치하여 생태적인 측면에서 가장 완벽한 해안생태계로서 주변의 농경지와 함께 어울려져 있고(김종홍 등, 2008), 국제적 희귀조류의 대단위 월동지이다. 2006년 람사르협약에 등록된 연안습지로서 2008년 국가지정문화재인 명승으로 지정·관리되고 있다. 순천만의 해안제방은 1960~1970년대에 간척농지 조성으로(한국해양수산개발원, 2008) 개펄 위에 산흙을 쌓아 제방을 축조하여 자연 식생이 형성될 수 있는 종자나 생체가 거의 없어서 일차천이<sup>1)</sup>에 의한 자연복원이 매우 느리게 진행되고 있다.

생물서식지에서 식물의 식재는 생물이 서식하는 기초생태계를 구성하는 기초종<sup>2)</sup>으로서 생물다양성에 기여하고, 주변경관을 형성하며, 인간생활에 기후의 조절, 산소의 공급, 감상과 휴식 등을 제공하여 주기 때문에 생태복원에 있어서 매우 중요시 하고 있다. 그러나 최근 순천만의 해안제방에 급증하는 관광객을 위하여 단순히 가로수나 관상수 위주의 식재를 주장하거나 탐방로, 자전거 도로, 소형경전철 등의 인공시설

계획이 급증하고 있다. 생태계가 중요시 되는 순천만자연생태공원에 이러한 비생물학적 재료들과 비생태학적 식재는 지진, 해일, 태풍 등과 같은 해안으로 부터의 예측 불가능한 각종 재해에 불리하며(Miyawaki, 1999), 동식물의 서식에 장애가 될 수 있다.

순천만의 해안제방은 바다 염분, 조풍, 해일, 태풍 등을 차단하여 예측 불가능한 재난으로부터 농경지와 주민의 생명을 보호하고, 생물다양성이 유지될 수 있는(김보미, 2010) 다기능적 완충림이 필요하다. 선조들은 일찍이 해안가의 태풍과 같은 거센 바람을 조절하고, 바닷물 염분의 비산 또는 연무, 해일, 쓰나미 등의 재난으로 부터 재산과 생명을 보호해주는 숲으로 인간의 정주생활에 삶의 질을 향상시키기 위하여 해안방풍림을 조성하고 관리하여 왔다.

생태계가 중요시 되는 지역에서 식재는 과거 단순 관상주의적 식재 또는 특정 기능주의적 식재보다는 자연식생의 생태적 특성을 고려한 생태학적 군락식재(오구균, 1986; Miyawaki, 1999)와 생물다양성이 보장될 수 있는 생태학적 식재(千葉喬三, 1992; 오구균·김도균, 2009)가 더 바람직하다. 해외에서는 대규모 환경보전림을 조성할 때에는 생태적으로 안정된 자연림을 모델로 하여 혹독한 기상조건에도 생육할 수 있고, 짧은 기간에 확실한 숲을 조성할 수 있으며, 지역사회의 심벌이 되는 숲을 만들어 왔다(小橋澄治 등, 1992).

그러나 우리나라는 생태학적 식재기법에 대한 이론과 경험이 일천하여 생물다양성이 중요시 되

- 1) 일차천이란 모래 언덕, 용암 퇴적지, 암석표면 또는 빙하에 의한 침식된 토양, 훼손된 토양 등과 같이 식물이 전혀 없는 곳에서부터 시작되는 천이를 말한다.
- 2) 기초종은 다른 종에게 서식지를 유리하게 개선하거나 만들어서 군집의 형태를 만드는데 중요한 역할을 수행한다(Miller, 2004).

는 순천만 해안방풍림 조성에 적용할 수 있는 식재기법은 찾아보기 어렵다. 생태학적 식재설계기법은 창덕궁 후원의 자연식생 분석을 통한 군식설계에 대한 연구(오구균, 1986), 해안림의 식물사회학적 분석을 통한 곶솔림과 소나무림의 식재모델개발 연구(권전오 등, 2000), 함양 상림을 대상으로 환경생태학적 구조 분석을 통하여 생태학적 관리방안(한봉호 등, 2004) 등이 있다.

생태계 보전이 중요한 순천만 자연경관과 생태계가 파괴 또는 훼손된 곳을 자연 방치 하거나 비과학적 식재가 계속될 경우에 재난방재 기능저하, 생태계 교란, 경관 불량, 자연탐방 및 휴식 기능상실 등이 가속화 될 수 있다. 순천만자연생태공원은 자연문화자원으로서 현세대뿐만 아니라 후세대에도 온전하게 물려주어야 할 유산이므로 과학적이면서도 합리적인 해안방풍림 식재기법에 관한 연구가 시급한 실정이다.

따라서 본 연구는 순천만 해안방파제의 해안방풍림 조성을 위한 부지여건 분석을 통하여 숲 조성방향 설정, 모델숲 개발, 숲구조, 수종 선정, 식재 폭, 식재밀도, 식재간격 및 유지관리방법을 제시하고, 식생시리즈를 예측 하였다. 이러한 연구를 통하여 생태복원녹화, 해안림조성, 환경림 조성, 조경식재 등의 계획, 설계, 시공, 유지관리에 대한 기초자료를 제공하고자 한다.

## II. 연구내용 및 방법

### 1. 연구 대상지 개황

연구 대상지는 전남 순천시 대대동 일원의 순천만이며, 34°52'40"N, 127°30'51"E~34°52'16"N, 127°29'24"E에 위치하여 있다. 순천만은 한국 남해안 중앙부에 위치하고, 전체 길이는 4km이며, 해안선길이 40.45km, 면적 28km<sup>2</sup>, 갯벌면적 22.21km<sup>2</sup>(김중홍 등, 2008)이다. 순천만은 북측에 순천시를 중심으로 동쪽의 여수반도와 서쪽의 고흥반도로 둘러싸여 있다. 연구 대상지인 순천만의 해안제방은 1960~1970년대에 간척

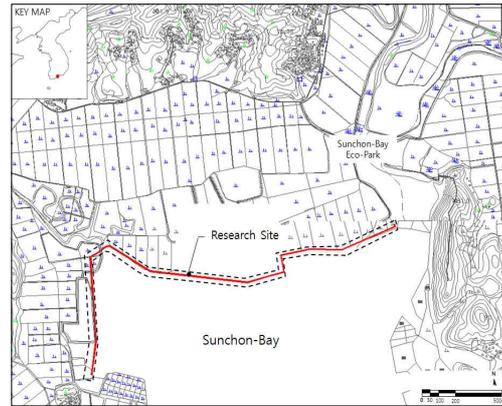


그림 1. 연구 대상지

농지 조성으로(한국해양수산개발원, 2008) 개펄 위에 산흙을 쌓아 제방을 축조하였다. 제방의 보강공사는 1960년대와 1998년(순천시그린순천21추진협의회, 2008) 그리고 2009년에 하였으나 순천만자연생태공원으로서의 식생경관, 생물서식처, 해안방풍림 등의 기능을 할 수 있는 숲은 거의 없으며, 최근 순천만은 생태관광지로 유명해지면서 연구대상지인 해안제방을 생태관광코스 로 이용하고 있다.

### 2. 연구내용

순천만 해안방파제의 해안방풍림 조성을 위하여 부지여건 분석, 숲 조성방향 설정, 모델숲 개발, 식재 폭, 숲구조, 수종의 선정, 식재밀도, 식재간격, 식생시리즈의 예측, 유지관리 방안을 제시 하였다. 식재여건 조사·분석은 기후환경, 토양환경, 지형, 경사 등을 조사·분석하였다.

### 3. 연구방법

#### 1) 식재환경 조사·분석

기후환경은 강우량, 온도, 바람, 조풍, 해일 등과 식생대에 대하여 문헌을 조사·분석 하였으며, 지형은 제방의 형상과 경사, 해발고 등을 조사 하였고, 토양환경요인은 토양층의 염분, 유효토심, 가뭄 등을 조사·분석하였다.

토양분석은 순천만의 개펄, 제방의 하단과 상

단으로 구분하여 표토 5~10cm 층에서 4반복 채취하여 혼합한 다음 전기전도도(EC)는 풍건한 토양시료 10g을 100ml 비이커에 취하고, 증류수 50 ml로 전처리 하여 EC meter로 측정 하였다. 기후자료는 대상지 현지에는 기상대가 없기 때문에 대상지로 부터 동남쪽으로 27km 떨어진 여수시 기상자료와 북서쪽으로 32km 떨어진 순천시 기상자료와 기존문헌으로 대상지의 기후를 추정 하였다.

## 2) 식재지반조성

식재지반 조성 계획은 부지가 해안가의 입지적 특성을 고려하여 태풍피해, 해일 등의 재난방지가 가능한 구조로 하고, 바닷물의 염분차단공법, 배수기법, 토양개량기법, 토양보전과 수분보전 공법 등을 제시하였다.

## 3) 숲모델 개발

자연이 크게 변형된 지역이나 지형이 바뀐 조성지에서는 주변에 잔존하고 있는 자연식생이나 잠재식생을 기본으로 하여 생태적 요인의 입지구분(안영희, 2003)을 하지만 대상지 주변에 생태학적으로 안정된 자연숲은 없으므로 잠재자연식생을 모델숲으로 하였다. 잠재자연식생의 파악은 지리적으로 수평적 위치에 따라 자연식생의 지리적인 분포 특성을 고려하였다. 자연식생이 존재하지 않을 경우 주요 식생형의 진단중에 포함되는 노거수, 유존식물, 인접한 지역의 정보 혹은 대응지역의 잠재자연식생 정보를 고려하여 추론(김종원·이윤경, 2006) 하였다.

대상지는 난온대와 온대 경계부에 위치하여 두 식생대가 교차하는 추이대로서 대상지 보다 남쪽의 상록활엽수림은 냉해의 피해를 받아 생장이 불안정해질 수 있으므로 대상지 보다 위도상 북쪽의 상록활엽수림을 대상으로 하였고, 낙엽활엽수림은 주변 해안방풍림으로 하였다.

잠재자연식생으로 파악된 곳은 상록활엽수림은 전남 영광군 불갑산 참식나무군락과 전북 정

읍시 내장산 굴거리나무군락 이었으며, 해안방풍림은 대상지와 25km 정도 근거리에 자생하는 전남 여수시 화양면 장수리해안방풍림으로 하였다.

숲구조와 수종의 선발은 내부숲과 주변부숲으로 구분하였다. 내부숲은 잠재자연식생 모델숲과 순천시 내에 식재되어 생장이 양호한 수종을 조합하였다. 해안가 주변부 수종의 선발은 장수리해안방풍림에서 염분, 조풍, 강풍, 해일 등에 내성이 강한 수종을 선발 하였고, 내륙쪽 주변부 수종선발은 해안숲의 주변부에서 어깨군락과 소매군락으로 구분하여 선발하였다. 수종선발은 잠재자연식생 모델숲과 해안방풍림에서 선발하였다. 상록활엽수는 냉해에 민감하기 때문에 순천시내에 적응하고 있는 수종으로 하였다.

수림형성에 지장이 된다고 판단되는 위해식물, 외래종, 덩굴성식물 등은 제외 하였다. 식재기법은 생태학적 준자연림 조성방법에 따라 수목의 크기, 식재밀도, 식재거리, 식재주수의 산정, 배식기법과 유지관리 방안을 제시 하였다. 생육시리지는 주변 수목의 성장 속도와 식물 천이계열을 고려하여 숲조성 목표년차에 따라 숲의 변화를 예측 하였다. 숲 조성이후 숲이 생태학적으로 안정된 생육이 가능하고, 인위적인 관리를 최소화 하고 자연적으로 유지관리될 수 있는 방안을 모색하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 식재여건분석

여수시 평균기온은 14.1℃, 최고는 1975년에 34.6℃, 최저는 1977년에 -12.6℃ 이었고, 온량지수 111.3℃.month 이고, 한랭지수는 -6.1℃로서 수평적으로 난대림에 속한다(박문수, 2005). 순천기상대의 기후는 1989~2000년 기준으로 연평균기온 12.7℃, 최고온도 35.2℃, 최저온도 -11.2℃, 평균풍속 1.2m/sec이며, 주풍향은 북서풍(NW)(순천대학교지역개발연구소, 1999)이었고, 온량

지수는  $103.3^{\circ}\text{C}\cdot\text{month}$ (박종철 등, 2010)이었다. 대상지의 강수량은 여수기상대 기준  $1,407.5\text{mm}$ (박문수, 2005)와 순천기상대 기준  $1,490.7\text{mm}$ (순천대학교지역개발연구소, 1999) 사이의 다우지역에 속하여 수목 생장에 유리한 지역이다. 그러나 대상지로부터 동북쪽으로  $20\text{km}$  정도 떨어진 광양만의 경우와 같이 평균 10.4년에 1회씩  $1,000\text{mm}$  이하의 극 가뭄이 발생(김도균 등, 2002)할 수 있으므로 극 가뭄에도 수목이 피해 받지 않을 대책을 수립하여야 한다.

표고는  $0\sim 5\text{m}$  미만으로 대부분 완만한 지형이며, 경사는  $0\sim 5^{\circ}$  이하, 해도는  $2.1\text{m}$ 로서 만의 형태를 띠는 해수면과(김보미, 2010) 농경지가 인접하여 있으며, 남향으로서 동서로 길게 늘어져 있다. 토양환경은 현재의 상태로는 제방의 대부분이 개펄을 기초로 쌓고, 산의 심토로 복토하여 식물 성장 유효토심은  $1\pm 0.5\text{m}$  내외이어서 수목이 대형목으로 성장하기는 곤란하므로 방풍기능을 하기 위한 대형목이 성장할 수 있는 유효토심 확보가 필요하다. 토양염분은 가장 하단의 개펄은  $\text{EC}_{1:5} 0.83\sim 3.26\text{dS/m}$ , 제방 하단은  $\text{EC}_{1:5} 0.32\sim 1.77\text{dS/m}$ , 제방상단은  $\text{EC}_{1:5} 0.02\sim 0.07\text{dS/m}$ 로, 개펄과 제방하단의 염분토양은 일반적으로 조경수목이 성장하기 매우 어려운 토양이었다.

## 2. 식재계획

### 1) 식재대폭 설정

우리나라 산림의 경우 주연부 효과는 약  $20\text{m}$  내외이므로 산림군락의 내부가 유지되려면 식물군락의 폭은 최소한  $40\text{m}$  이상 되어야 하며, 자연식생구조를 유지하려면 최소한  $60\text{m}$  이상의 폭을 유지하는 것이 바람직(오구균, 1986) 한 것으로 보고되어 있다. 순천만의 해안방풍림 식재대폭은 자연림으로 오랫동안 유지되고 있는 전남 여수시 화양면 장수리해안방풍림의 폭  $37\sim 54\text{m}$  그리고 경남 남해군 산동면 물건리해안방풍림의 폭  $32\sim 48\text{m}$ 인 것을 감안하여 순천만 해안방풍림의 정선부 이상의 내륙지 식재대 폭은

$40\pm 10\text{m}$ 로 하였다.

### 2) 식재지반조성

현재의 제방의 높이가  $2.0\pm 0.3\text{m}$  정도로 2100년에 해수면이 약  $50\text{cm}$  이상 상승하게(국립기상연구소, 2006; 김창길 등, 2009) 되면 미래의 해수차단 기능을 위해서는 현재의 제방 높이를 최소한  $100\sim 150\text{cm}$  정도 더 높여야 할 것이다. 또한 해안방풍기능을 할 수 있는 수고는  $15\pm 3\text{m}$ 를 목표로 하였을 때 수목의 뿌리가 뺨을 수 있는 근권부 유효토심이 낮기 때문에 제방 높이를 더 높게 하여 유효토심은 최소한  $3.5\pm 0.5\text{m}$  정도로 하였다. 해안가에 조성하는 제방은 임해매립지와 마찬가지로 사실상 관수가 어렵고, 토양수분은 강우와 강설에 의존하게 되는데(김용식 등, 1999) 유효토심이 깊으면 토양보수력이 높아져서 인근 광양만과 같이 평균 10.4년에 1회씩  $1,000\text{mm}$  이하의 극 가뭄이 발생에도(김용식 등, 1999; 김도균 등, 2002; 김도균, 2006) 극복될 수 있을 것이다.

근권심토에 사용되는 식생토는 우수의 침투율과 투수율이 높고, 토양공극이 커서 수목 뿌리 발달이 촉진될 수 있는 잡석 섞인 사양토나 양토로 하였다. 토양개량은 강풍에 수목 도복을 방지하기 위하여 뿌리가 깊게 뺨을 수 있도록 지반 하부에 완속된 유기질 토양개량제를 경운하여 혼합되도록 하였다. 표토부는 토양개량제를 사용하면 뿌리가 천근화 되어 수목이 도복될 수 있으며, 식재 초기에 잡초가 무성해질 수 있으므로 양분도가 낮은 산의 심토를  $2.0\pm 0.5\text{m}$  정도로 하였다.

방풍림의 지형 경사는 생물의 이동에 지장이 없고, 해일 발생시에도 침식이 낮으며, 자연배수가 가능하고, 다양한 생물의 서식과 식생경관이 창출될 수 있도록 방풍림 제방의 경사는  $1:20$  정도로 하였다.

식재지반은 갯펄원지반, 염분차단층, 근권심토, 표토로 구분하였다. 해안방풍림은 해안을 간척하였기 때문에 지하부에 염분이 상존하여 가뭄

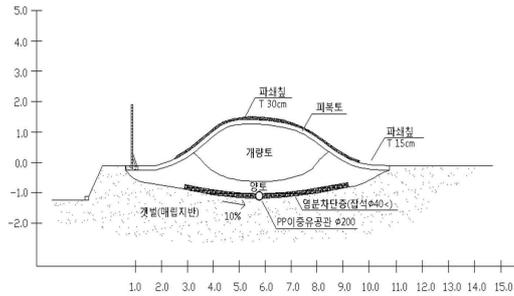


그림 2. 순천만 해안방풍림제방 식재단면도.

시에는 증발산에 의한 모세관현상으로 하부의 염분 상승이 예상되므로 지하부에 염분차단층을 조성하여야 한다. 염분 차단층은 염분상승 모세관 현상이 단절될 수 있는  $\text{Ø}2.0\text{mm}$  이상의 거친 모래나 잡석을 두께 50cm 이상 포설하여 토양염분이 표토로 상승하는 것을 차단하도록 하였다(그림 2).

### 3) 방풍림조성 개념

식재기법은 관상식재, 원예식재, 기능식재, 경관식재, 생태학적 식재, 생물군집식재 등이 있다(오구균 · 김도균, 2009). 수목을 식재할 때 3가지 관점인 녹색환경, 재난방재, 세계 환경 속에서 지역의 지속성 관점에서 생태학적 식재는 필수적이다(Miyawaki, 1999). 생태학적 식재방법은 녹지조성 예정지와 비슷한 형태의 기후적, 입지적 환경조건 하에서 출현하는 잠재자연식생(오구균, 1986, 千葉喬三, 1992; Miyawaki, 1999), 자연림<sup>3)</sup>, 준자연림(Miyawaki, 1999), 잔존 자연식생(千葉喬三, 1992)을 숲모델로 하여 고유의 수림으로 조성할 수 있다. 이것은 자연식생이 지형과 기후, 토양 등의 다양한 환경조건이 반영됨으로써 여러 종류의 식물사회를 이루면서 나타나고, 시간적으로도 오랜 세월에 걸쳐 발달된 성숙한 단계에 이르러서야 비로소 그 지역의 자연을 대표할 수 있는 식생유형(식물사회)이 성립되기(환

경부, 2004) 때문이다.

제방을 현재의 무식생지에서 자연상태로 방치하면 숲은 수십년~수백년 동안 오랜 시간이 소요 되어야 숲이 형성 되므로 인간의 노력으로 조기에 녹화하는 방법을 모색하여야 한다. 순천만은 생태학적 접근에 의하여 자연형성과정의 원리를 기반으로 일정지역의 생물종다양성을 복구시키고, 에너지 손실 없이 경관을 이상적으로 형성하는 구조적 역동성을 구현하고, 에너지 투입을 극소화하면서 자연성회복과 미와 기능의 향상에 대한 상충성을 해결(이경재 등, 1992) 해야 한다.

### 4) 숲조성 목표

대상지의 숲조성 목표는 잠재식생에서 천이 중간단계인 준자연림으로 하였다. 훼손된 생태계는 원생태계의 천이계열 방향에 따라 원래의 생태계 또는 극상단계의 생태계로 복원하는 것은 이상적인 생각이지만, 현실적으로 실현 불가능 하다(오구균 · 김도균, 2009). 훼손된 숲의 복원은 주변의 산림생태계나 생태계 천이계열상 중간단계 또는 잠재자연식생을 목표로 설정하는 것이 필요(오구균 · 김용식, 1997) 하기 때문이다.

잠재자연식생은 인간의 간섭 없이 현재의 기후와 토양환경에 의하여 완성되어질 수 있는 식생구조로서(宮脇昭, 1972; Grossman et al., 1998) 그 지역의 고유식생으로 판단되어지는 식생이며, 소규모적으로 잔존하여 있는 자연식생으로도 판단할 수 있다(Tüxen, 1956). 잠재자연식생은 파괴된 녹지를 복원하고 재창조하는데 그 모형을 제시할 수 있으며(안영희, 2003), 인위적으로 조성하는 수림 조성은 준자연 상태의 생태학적 수림을 조성하여 자연환경의 적응에 의하여 완성할 수 있다(Miyawaki, 1999).

### 5) 숲완성 목표시기

해안방풍림 조성은 장기적으로 완성하여 가는

3) 자연림 : 거의 자연상태로 성립해 있거나 그런 과정에 있는 산림을 지칭

미래완성형으로 조성하는 것으로 하였다. 숲조성 목표는 식재 직후  $10\pm 5$ 년,  $20\pm 5$ 년,  $40\pm 10$ 년으로 하였다.

대상지는 간척지에 제방을 조성한 것으로 잠재 생물자원이 없는 1차천이에 의하여 자연적으로 식생이 유입되어 숲이 완성되려면 최소한 수십~수백년 정도가 소요될 것이다. 그러나 순천만자연생태공원의 생태탐방객이 급속도로 증가하고 있으며, 조류를 비롯한 각종 생물의 보호와 지역 주민의 재산과 생명의 보호가 시급한 실정 이므로 조기에 생태적으로 안정된 방풍림이 되도록 하였다.

#### 6) 식생상관의 결정

식생의 상관(physiognomy)은 기후, 지형, 토양 등의 환경요인에 따라 무리 지어지는 식생의 유형(Comer et al., 2003)으로 식생의 환경 적응과 구조에 영향을 미친다. 순천만 해안방풍림에 적용할 자연림 모델숲이 대상지 주변에 없기 때문에 차선택으로 잠재자연식생과 준자연림에서 숲의 구조, 수종의 선정, 식재기법, 식재밀도, 수목 간 거리, 식재지반조성공법, 유지관리 등을 결정 하였다.

숲조성에 대한 의견은 ‘대상지가 남해안에 위치하여 있고, 지구온난화에 의한 상록활엽수가 북상하기 때문에 숲상관을 난온대 상록활엽수림으로 조성해야 한다’는 의견과 ‘주변의 해안림이 낙엽활엽수림으로 안정된 생태계를 유지하고 있기 때문에 낙엽활엽수림으로 조성해야 한다’는 의견이 분분하다.

대상지의 수림을 상록활엽수림으로 조성하려면 기후학적 온량지수와 주변의 식물 동태를 파악하여 결정할 수 있다. 상록활엽수림이 형성되려면 온량지수(WI; Warmth Index)가  $110^{\circ}\text{C}\cdot\text{month}$  이상(Yim and Kira, 1975)으로 임계온도는  $-15^{\circ}\text{C}$  이상(IPCC, 1995)이어야 하고, 숲조성 대상지 주변의 식생이 상록활엽수림이어야 할 것이다. 그러나 대상지의 온난지수가 순천시온량지수

$103.3^{\circ}\text{C}\cdot\text{month}$ (박종철 등, 2010)와 여수시 온량지수  $111.3^{\circ}\text{C}\cdot\text{month}$ (박문수, 2005; 박종철 등, 2010) 사이에 위치하여 난온대와 온대의 추이대형 식생대 이기 때문에 순수한 상록활엽수림을 조성하는 것은 한계가 있다. 대상지 주변의 현존식생과 잔존식생에서 상록활엽수림을 거의 찾아볼 수 없고, 인위적으로 식재한 상록활엽수도 대군식 또는 군락을 이루고 있는 것을 발견되지 않으며, 가로수나 공원 등에 소규모 군식되어 있는 정도이다. 또한 주변에 준자연림으로 안정된 숲을 유지하고 있는 장수리해안방풍림, 월정리해안방풍림, 유당공원해안방풍림, 물건리해안방풍림에서도 상록활엽수가 수고 2m 이상의 교목은 발견되지 않는다. 또한 상록활엽수의 생장 임계온도가  $-15^{\circ}\text{C}$ (IPCC, 1995)로 상록활엽수의 분포는 최저온도에 의하여 결정되어지는데 순천시에 수년간 생육이 양호하던 상록활엽수는 3~5년마다 발생하는 미지형에서 형성되는 기온 저하로 인한 냉해피해로 잎과 줄기의 생장이 저해되거나 고사하여 대형목으로 성장하지 못한다. 그러나 식재지가 따뜻한 남향이거나 수림 하부에서는 온전하게 성장하는 것들이 많이 발견된다.

이와 같이 대상지의 숲구조를 상록활엽수림으로 하는 것은 한계가 있으므로 대상지보다 온난지수나 최저온도가 낮은 북쪽에서 자생하는 상록활엽수림을 숲구조의 모형으로 하였다. 한국 내륙지방의 상록활엽수림 중에서 대상지보다 북쪽에 자생하는 것은 전남 영광군 불갑산의 참식나무군락과 전북 정읍시 내장산의 굴거리나무군락로 상록활엽수림 북방한계선상에서 두 숲이 모두 상층이 낙엽활엽수림이고, 중층과 하층이 상록활엽수림으로(오구균·지용기, 1995; 임윤희·오구균, 1999) 되어 있다.

이들 숲에서 상층의 낙엽활엽수는 미기후를 형성하여 중층 또는 하층의 상록활엽수를 보호하는 기능을 하기 때문에 상록활엽수가 생태적으로 안정된 생장을 하는 것으로 알려져 있다. 그러므

로 대상지의 숲모형은 상층은 낙엽활엽수로 하고, 중층과 하층은 상록활엽수와 낙엽활엽수를 혼효하는 식물사회학적 다층구조로 하였다. 다양한 식물종들이 모여서 하나의 군락을 이루고, 그 속에서 각각의 종들이 적절한 생태적 지위를 확

보함으로써 하나의 안정된 사회를 구성(오구균, 1986) 하도록 한다.

7) 숲구조 및 수종선정

숲구조는 수평적으로는 해안주연부 식생, 내부

표 1. 순천시내 상록활엽수 고유수종 및 성장상태.

수종명	최대크기 수고 및 흉고	조사장소							평가
		산지	학교	공원	가로 녹지	골프장	재배	종합	
구실잣밤나무	H7.0 * B15			3, 3				3, 3	상층림 도입가능
붉가시나무	H7.0 * B12			2, 4				2, 4	상층림 도입가능
중가시나무	H6.0 * B15		2, 5	2, 5		3, 5	5, 5	5, 5	상층림 도입가능
가시나무	H7.0 * B22			5, 5				5, 5	상층림 도입가능
육박나무	H5.0 * B8						1, 2	1, 2	상층림 부분도입가능
녹나무	H10.0 * B90		2, 4					2, 4	상층림 도입가능
생달나무	H5.0 * B6						1, 2	1, 2	상층림 부분도입가능
후박나무	H7.0 * B12			5, 3	5, 3			5, 3	중층림 도입가능
참식나무	H7.0 * B12					4, 1		4, 1	중층림 부분도입가능
먼나무	H5.0 * B8		3, 5	5, 5	5, 5			5, 5	중층림 도입가능
감탕나무	H5.0 * B6						1, 4	1, 4	중층림 부분도입가능
황칠나무	H5.0 * B8	5, 3	2, 3	4, 3		3, 3	5, 3	5, 3	중층림도입가능
까마귀쪽나무	H5.0 * B6			3, 2				3, 2	중층림 부분도입가능
굴거리나무	H5.0 * B6		2, 4	3, 4				3, 4	중층림 부분도입가능
동백나무	H5.0 * B18	5, 5	5, 5	5, 5	5, 4	5, 5	5, 5	5, 5	중층림 도입가능
돈나무	H2.5 * W2.5		5, 5	5, 5		5, 5	5, 5	5, 5	하층림 도입가능
호랑가시나무	H2.5 * W2.0		5, 5	5, 5		5, 5	5, 5	5, 5	하층림 도입가능
완도호랑가시나무	H2.5 * W2.5		5, 5	5, 5		5, 5	5, 5	5, 5	하층림 도입가능
사철나무	H2.5 * W2.0		5, 5	5, 5	5, 5	5, 5	5, 5	5, 5	하층림 도입가능
광나무	H3.5 * W2.5		5, 5	5, 5	5, 5	5, 5	5, 5	5, 5	하층림 도입가능
다정큼나무	H2.0 * W1.5		3, 4	5, 4		4, 3	5, 4	5, 4	하층림 도입가능
후피향나무	H2.0 * W1.2		2, 4	5, 4		4, 3	5, 4	5, 4	하층림 도입가능
사스레피나무	H2.5 * W2.0	5, 5						5, 5	하층림 도입가능
팔손이	H2.5 * W1.5		3, 5	4, 5		3, 5	5, 5	5, 5	하층림 도입가능
자금우	H0.2 * W0.2	4, 5					5, 5	5, 5	지피층 도입가능
송악	L4.0		5, 5	4, 5		5, 5	5, 5	5, 5	지피층 도입가능
마삭줄	L3.5	5, 5	5, 5	5, 5	5, 5	5, 5	5, 5	5, 5	지피층 도입가능

주1) 주수, 성장상태

그 루 수 : 1; 10주 미만, 2; 11~20주, 3; 21~50주, 4; 51~100주, 5; 100 이상.

성장상태 : 1; 고사직전, 2; 성장불량, 3; 부적응 흔적, 4; 적응, 5; 매우 양호.

숲, 내륙주연부 식생으로 구분하였고, 수직적으로는 상층, 중층, 하층 그리고 지피층으로 구분하였다. 수종 선별은 한국 자생 상록활엽수 중에서 자생하거나 현재 순천시내에서 적응하고 있는 수종으로 하고, 낙엽활엽수는 대상지가 해안가에 위치하기 때문에 토양염분과 조풍, 태풍 등에 강한 수종을 선별하기 위하여 한국 남해안 방풍림(김도균, 2010)의 자료를 참고로 하였다.

순천시는 한국 남해안에 입지하여 과거로부터 난대 및 난온대 상록활엽수를 정원, 공원, 도시녹지, 관상수 재배를 많이 하여 왔으나 오랜 기간 동안 냉해와 한해가 반복하면서 적응 수종과 부적응 수종으로 구분되어 왔다. 난대 및 난온대 상록활엽수가 적응하는 최저 기온은  $-15^{\circ}\text{C}$  이상(IPCC, 1955)이어야 한다고 하지만 순천시의 상록활엽수는 평소 양호하게 생육하다가도 3~6년에 최저 온도가  $-5\sim-11^{\circ}\text{C}$  정도로 수일 동안 지속되면 미기후나 미지형에 따라 냉해 또는 한해 피해가 속출하여 수목 생장이 저해되거나 고사된다. 이러한 원인 대부분의 생물은 그들을 둘러싸고 있는 큰 지역의 일반적인 기후 특성과 일치하지 않는 국지적 기후에서 살아가기(Smith and Smith, 2009) 때문이다.

현재 까지 순천시 내에 자생하거나 식재된 상록활엽수 중에서 대상지에 도입 가능한 수종은 상층림에 도입은 구실잣밤나무, 붉가시나무, 종가시나무, 가시나무, 육박나무, 녹나무, 생달나무, 후박나무, 먼나무, 감탕나무, 황칠나무, 까마귀쪽나무, 굴거리나무, 동백나무 이었고, 관목은 돈나무, 호랑가시나무, 완도호랑가시나무, 사철나무, 광나무, 다정큼나무, 후피향나무, 사스레피나무, 팔손이 이었으며, 지피식물은 자금우, 송악, 마삭줄 이었다. 육박나무, 생달나무, 감탕나무는 식재된 수량이 비록 적기는 하지만 남해안에 자생하는 식물들이므로 종 다양성을 증진하기 위하여 소량 식재 수종으로 선별하였다.

수종 선정은 해안가 소매군락의 상층은 상동나무로 하고, 중층은 상동나무와 해당화이며, 하층

은 전체 숲 하부에 식재하는 지피식물 이외에도 순비기나무 등을 선정 하였다. 해안가 군락은 상층은 팔배나무, 말채나무, 모감주나무, 이팝나무, 자귀나무, 생강나무, 예덕나무 등의 호양성 수종으로 하였고, 중층은 상동나무, 해당화, 돈나무, 천선과나무, 후피향나무, 다정큼나무, 사철나무, 사스레피나무, 우목사스레피나무, 보리밥나무 등이며, 하층은 감태나무, 까치밥나무, 까마귀밥여름나무, 화살나무 등으로 하였다.

내부숲의 수종은 상층은 푸조나무, 팽나무, 느티나무, 졸참나무, 굴참나무, 굴피나무 등이고, 중층은 녹나무, 후박나무, 참식나무, 가시나무류, 육박나무, 구실잣밤나무, 까마귀쪽나무, 감탕나무, 후피향나무와 상층 수종들이며, 관목층은 돈나무, 후피향나무, 천선과나무 등으로 하였다. 참식나무와 육박나무는 순천시에서는 생장이 불량하였으나 대상지보다 북위도인 영광 불갑산에서 자생하기 때문에 대상지에서 적응 가능할 것으로 판단하였다. 육박나무, 까마귀쪽나무, 감탕나무는 순천시에 대량 식재되어 있지는 않지만 대상지 숲에 중층에 식재시 부분적으로 적응 할 것이다.

내륙측 어깨군락의 상층은 자귀나무, 산벚나무, 모감주나무, 생강나무 등으로 하였다. 내륙측 어깨군락의 중층과 소매군락은 감태나무, 까마귀밥나무, 싸리나무, 조팝나무, 좁작살나무, 화살나무, 회잎나무, 갈매나무, 진달래, 산철쭉, 덜꿩나무, 가막살나무 등으로 하였다.

전체 숲 하부의 지피수종은 송악, 마삭줄, 인동, 담쟁이덩굴, 새머루, 개머루 등으로 하였고, 바닷물이 닿는 정선부 이하에는 염생식물인 칠면초, 통통마디, 해홍나물, 수송나물 등이 자연 유입되도록 하였다. 숲내부의 보조수종인 낙엽활엽수와 주연부 수종들은 해안방풍림으로서 입지적상 해안가의 염분, 조풍, 해풍, 해일에 강한 인근 장수리 해안방풍림의 수종들(김도균, 2010) 근거로 하였다.

표 2. 순천만 해안방풍림 조성을 위한 적합 수종 선발.

구 분	해안측		내 부 숲	내륙측	
	소매군락*	어깨군락*		어깨군락	소매군락*
상층	상록수	상동나무	녹나무, 후박나무, 가시나무, 구실잣밤나무, 육박나무, 감탕나무	녹나무, 후박나무, 가시나무, 구실잣밤나무, 육박나무, 감탕나무	돈나무, 후피향나무, 다정큼나무, 천선과나무
	낙엽수	해당화	푸조나무, 팽나무, 느티나무, 이팝나무, 모감주나무, 졸참나무, 굴참나무, 굴피나무, 서어나무, 합다리나무, 개서어나무, 고로쇠나무, 굴피나무, 산벚나무, 대벚나무	산벚나무, 모감주나무, 생강나무*, 말오줌때, 노린재나무*, 자귀나무, 때죽나무, 생강나무	감태나무, 갈매나무, 노린재나무, 개웃나무, 당단풍, 쇠물푸레나무
중층	상록수	상동나무	녹나무, 후박나무, 가시나무, 구실잣밤나무, 육박나무, 감탕나무, 먼나무	녹나무, 후박나무, 참식나무, 가시나무류, 육박나무, 구실잣밤나무, 까마귀쪽나무, 감탕나무, 후피향나무, 붉가시나무*, 참식나무	돈나무, 후피향나무, 다정큼나무, 천선과나무
	낙엽수	해당화	팔배나무, 말채나무, 모감주나무, 이팝나무, 자귀나무, 생강나무, 예덕나무, 누리장나무, 보리수나무, 해당화	푸조나무, 팽나무, 느티나무, 졸참나무, 굴참나무, 굴피나무, 서어나무, 합다리나무, 개서어나무, 고로쇠나무	까마귀밥나무, 털팽나무, 싸리나무, 조팝나무, 좁작살나무, 화살나무, 회잎나무, 국수나무, 가막살나무, 참빗살나무, 진달래, 철쭉
하층*	상록수	순비기나무	광나무, 돈나무, 후피향나무, 다정큼나무, 사스레피나무, 우묵사스레피나무, 사철나무	광나무, 돈나무, 후피향나무, 다정큼나무, 천선과나무, 사스레피나무, 우묵사스레피나무, 사철나무, 무릎나무	돈나무, 후피향나무, 다정큼나무, 천선과나무, 광나무, 사철나무, 무릎나무
	낙엽수		감태나무, 까마귀밥나무, 까치밥나무, 고광나무, 국수나무, 윤노리나무, 쫄레꽃, 꼭지윤노리나무, 초피나무, 광대싸리, 무릎나무, 화살나무, 회잎나무, 말오줌때, 갈매나무, 천선과나무, 보리수나무, 박쥐나무, 산철쭉, 진달래, 노린재나무, 검노린재나무, 쥐똥나무, 좁작살나무, 털팽나무, 가막살나무, 숫명다래나무	감태나무, 생강나무, 까마귀밥나무, 까치밥나무, 고광나무, 국수나무, 윤노리나무, 쫄레꽃, 꼭지윤노리나무, 초피나무, 광대싸리, 화살나무, 회잎나무, 말오줌때, 갈매나무, 보리수나무, 박쥐나무, 두릅나무, 산철쭉, 진달래, 노린재나무, 검노린재나무, 쥐똥나무, 좁작살나무, 누리장나무, 털팽나무, 가막살나무, 숫명다래나무	까마귀밥나무, 까치밥나무, 고광나무, 국수나무, 쫄레꽃, 화살나무, 회잎나무, 갈매나무, 산철쭉, 진달래, 좁작살나무, 누리장나무, 털팽나무, 가막살나무, 숫명다래나무
지피층*	상록수	송악, 마삭줄, 백화등, 순비기나무, 모람, 인동덩굴	송악, 백화등, 모람, 인동덩굴	송악, 백화등, 모람, 인동덩굴	송악, 백화등, 모람, 인동덩굴
	낙엽수	담쟁이덩굴, 새머루, 개머루	담쟁이덩굴, 새머루, 개머루	담쟁이덩굴, 새머루, 개머루	담쟁이덩굴, 새머루, 개머루

\* 김도균(2010). 한국 남해안방풍림 자생수종의 내염성 및 내조성 수종선발. 한국환경생태학회지 24(1) : 14-25.에서 부분 발췌 함.

8) 식물종의 크기, 식재밀도, 식재거리, 식재주수, 식피율

대상지의 식재간격은 상층목이나 중층목 또는 하층목이 평균 1주/m 식재 되도록 하였고, 식재주수는 10,000본/ha이며, 상·중·하층 혼합 식재 식피율은 32.2% 정도로 하였다(그림 3). 상층의 식재는 보조목으로 속성할 수 있도록 낙엽활엽수의 수고 2.0± 0.5m, 목표 식피율 12.6%, 식재간격 2± 0.2m, 식재주수는 2,500본/ha로 하였다. 중층과 하층은 수고 1.0± 0.3m, 식재간격 1± 0.2m, 식피율은 두층을 합하여 19.6%, 식재주수는 7,500본/ha로 하여 식재 하였다. 지피층은 수고 0.1~0.2m, 식재간격 0.5± 0.2m로 하며, 식재주수는 27,778본/ha으로 식재목표 식피율은 7.1%로 하였다. 식재 직후의 식피율은 총 32.2%

정도로 낮은 편이지만 수목이 성장하면서 총식피율은 보다 높아질 것이다.

기존의 녹화에 있어서 식재 주수는 H1.0~7.0m로 2,000~3,000주/ha(本間啓, 1973), H0.5~2.0m로 10,000~40,000주/ha(青沼和夫, 1977), H0.3~0.5m로 30,000~40,000주/ha(宮脇昭 等, 1975), H1.5~2.0m로 10,000~44,000주/ha(오구균·김도균, 2009)로 3,000~44,000주/ha로 차이가 있다. 식재밀도는 연구자, 식재 대상지, 식재 목적, 식생완성 목표년, 식재 수목의 크기와 식재 공법, 환경적응성에 따라 다르며, 해안가에서는 강풍, 조풍, 염해 등의 환경압이 크기 때문에 내륙 보다는 밀식하는 경향이 있다. 대규모 자연림이나 준자연림으로 조성할 때에 성목은 식재 이후 활착이 부진하거나 공사비가 많이 소요되며, 유지관리가 어렵기 때문에 포트묘를 사용하여 조기에 숲을 완성하는 사례가 많이 있다. 일본 도쿄만, 오사카만, 홋카이도만 등의 간척지에서 뿌리가 잘 발달된 30~50cm 자생수목 포트묘를 생태학적 식재로 밀식 식재한 결과 3년 이후에 인간의 숲 관리가 필요 없이 자연 스스로 유지관리되었고(Miyawaki, 1998), 일본에서 550개 지역, 중국, 말레이시아, 브라질, 칠레 등지에서 숲복원을 성공하였으며(Miyawaki, 1999), 남동아시아 말레이시아의 Bintulu와 Sarawak에서 묘목을 식재하여 10년만에 수고 12~14m로 성장하여 준

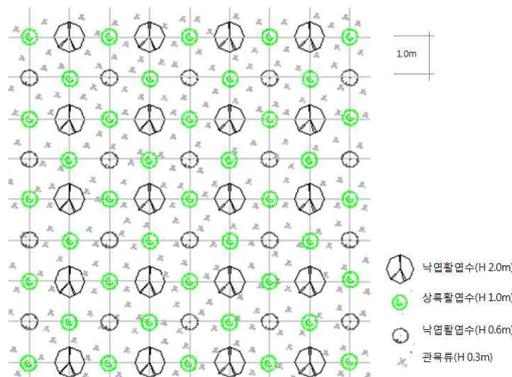


그림 3. 순천만 해안방풍림 생태학적 식재모델 모식도.

표 3. 순천만 해안방풍림 식재 수목의 크기, 간격, 주수, 식피율.

구 분	주수종	목표식생	수 고(m)		수관폭(m)		식재거리(m)	식재주수(주/1ha)	식피율(%)	
			식재	목표	식재	목표			식재	목표
상 층	낙엽활엽수	보조목(속성수)	2.0±0.5	13.0±2.0	0.8±0.2	8.0±2.0	2±0.2	2,500	12.6	50±10
중·하층	상록활엽수 낙엽활엽수	주수종	1.0±0.3	10.0±2.0	0.5±0.1	5.0±2.0	1±0.2	7,500	19.6	30±10
지피층	상록활엽수 낙엽활엽수	주수종(동반수종)	0.1~0.2	0.3±0.2	0.3±0.1	0.4±0.2	0.5±0.1	27,778	28.3	30±10
계								52,500	60.4	110±30

자연숲(quasi-natural forest)을 조성한(Miyawaki, 2004) 사례들이 있다.

수종선정, 배식, 식재밀도, 식재간격, 식재거리, 식재 주수, 식피율 등은 식재의 목적, 기능, 경관조성 등에 따라 결정되어 지지만 대단위 녹지의 생태학적 식재에서는 자연식생이나 잠재자연식생을 파악하여 준자연림으로 조성하는 기법으로 조성하는(Miyawaki, 1999) 것이 제안되었다.

녹화에 있어서 식재밀도는 식재목적, 수목 생장 특성, 공사비, 지면피복, 잡초번성(안영희, 2003), 경관형성, 숲천이 등의 속도 등을 고려하였으며, 조기에 자연식생구조로 발달 할 수 있도록 천이 촉진형복원 기법(한봉호 등, 2004)을 적용하여 층위별 수목 밀도를 높여주는 것으로 하였다. 수목은 독립수 보다는 군식 또는 군락을 이루고 있을 때 환경압에 적응성이 높기 때문에 대규모로 조성하는 녹지는 군식 또는 군락 식재가 유리하며, 다층구조를 이루어야 안정된 식생을 유지할 수 있기 때문이다.

9) 숲조성 시리즈 검토

식재 목표에 따라 수립을 조성하기 위해서는 수립의 성장과 쇠퇴과정을 예측해야 한다(小橋澄治 등, 1992). 대상지의 해안방풍림조성 시리즈는 수목의 생장 특성에 따라 식재 직후, 식재 이후 10±3년, 20±5년, 40±10년으로 구분하여 예측 하였다(그림 4). 순천만의 해안방풍림은 소형목과 묘목을 혼식하여 점차적으로 수목 생장 특성, 환경적응성과 수목들 간에 경쟁과 천이에 의하여 각자의 지위를 형성하여 다층구조의 자연림으로 성숙할 것으로 예측 되었다.

식재 직후에는 수목들이 군식 또는 군락식재 되었다고 하여도 개별적 독립수 형태로 뚜렷한 경관을 형성하지는 않을 것이나 보조목으로 식재 하는 수고 높은 낙엽활엽수들이 미기후를 형성하여 상록활엽수를 보호하게 될 것이다.

내부숲에서 식재 10±3년에 상층은 속성수인 느

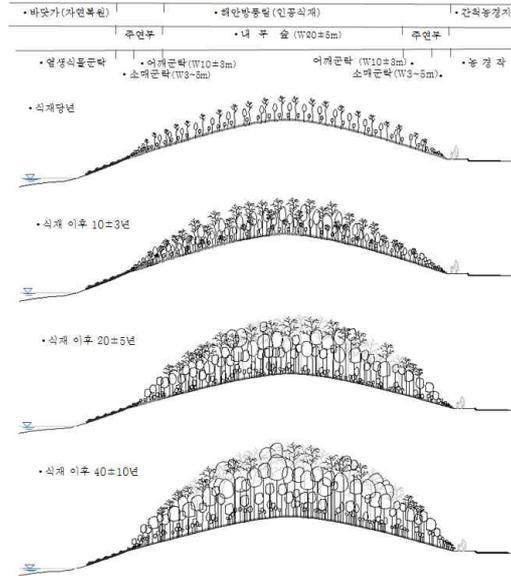


그림 4. 순천만 해안방풍림 생태학적 식재모델의 수립 조성 시리즈.

티나무, 푸조나무, 팽나무, 이팝나무, 졸참나무, 굴피나무 등은 유묘에서 성목까지 생장이 빠르게 성장하여 수고 5.0~8.0m 정도로 성장하여 목표 종인 상록활엽수를 보호할 것이다. 중층은 낙엽 활엽수와 상록활엽수의 경쟁이 시작되는 시기로 산벚나무, 층층나무, 곰의말채나무 등의 낙엽 활엽수와 녹나무, 가시나무, 종가시나무, 붉가시 나무 등의 상록활엽수가 수고 4.0~6.0m 정도로 성장하여 상층과 중층 사이에 경쟁을 하면서 혼효하게 될 것이며, 후박나무, 구실잣밤나무, 생달 나무, 황칠나무 등은 수고 3.0~5.0m 정도로 성장하여 중층을 형성하게 될 것이다. 상록활엽수 중에서 초기 생장이 느린 먼나무, 감탕나무, 동백 나무, 까마귀쪽나무, 사스레피나무가 수고 3~5m 정도로 중층과 하층 사이에 우점하고, 하층은 관목성인 돈나무, 호랑가시나무, 완도호랑가시 나무, 사철나무, 다정큼나무, 후피향나무, 팔손이가 수고 2~3m 정도 성장하여 하층을 우점할 것으로 예상되었다. 지피층은 자금우, 송악, 마삭줄 등이 피복될 것이다.

식재 이후 20±5년 이후에도 여전히 상층은 낙

엽활엽수가 우점 하지만 부분적으로 녹나무나 가시나무류가 부분적으로 패취 형태로 상층을 형성할 수도 있을 것이며, 중층과 하층은 상록활엽수가 우점할 것이다. 식재 이후  $40 \pm 10$ 년 이후에는 내부숲에서는 낙엽활엽수와 상록활엽수가 혼효하고, 주연부에는 숲의 상관이 뚜렷하게 나타날 것이다. 내부숲에서 상층은 성목이 되어도 수고 성장이 높은 느티나무, 푸조나무, 팽나무, 이팝나무, 졸참나무 등의 낙엽활엽수와 녹나무와 가시나무류의 상록활엽수가 수고 8~15m 정도로 성장하여 혼효림 형태로 형성할 것이다. 해안가의 주연부에서는 염분과 강풍 등에 의하여 내성이 강한 수종들이 대상식생의 형태로 상층에서는 어깨군락에 모감주나무, 자귀나무, 팔배나무, 예덕나무, 누리장나무 등의 낙엽활엽수와 후박나무와 구실잣밤나무 등의 상록활엽수가 수고 5~8m 정도 성장하여 혼효하게 되고, 중층과 하층은 돈나무, 사스레피나무, 우묵사스레피나무, 사철나무, 광나무 등의 상록활엽수가 수고 2~5m 정도로 성장하여 우점하여 생태학적으로 안정된 숲을 유지할 것으로 예측 되었다. 소매군락에는 내염성과 태풍에 강한 순비기나무, 해당화나무, 상동나무가 수고 0.2~2.0m 정도로 뚜렷한 대상식생을 이루게 될 것이다.

순천지방이 난온대 상록활엽수림대이고, 기후변화에 따라 난온대 상록활엽수림이 부상한다(박종철 등, 2010)는 이론대로라면 대상지 해안방풍림의 천이는 50년 이후에는 상층의 낙엽활엽수가 퇴행천이 하고, 상록활엽수림이 우점하게 되겠지만 대상지의 미기후, 토양환경, 염분환경, 인위적 간섭에 의하여 다르게 나타날 수도 있을 것이다.

어깨군락에서는 유묘에서 성묘일때 까지 속성수인 이팝나무가 가장 많이 우점하고, 그 다음으로는 모감주나무, 자귀나무, 예덕나무, 팔배나무 등이 대상군락을 이룰 것이며, 중층에서는 후박나무, 녹나무, 참식나무, 동백나무 등과 하층에서는 돈나무, 호랑가시나무, 완도호랑가시나무,

사스레피나무, 팔손이 등이 우점하고, 지피층에서는 자금우, 송악, 마삭줄 등이 우점할 것으로 보인다.

해안가 소매군락에서는 식재에 적응하거나 자연유입 되어 우점이 예상되는 수종은 상동나무, 순비기나무, 해당화 등으로 뚜렷한 대상구조를 이룰 것이다. 어깨군락에는 내염성과 내조성에 강하고 호양성인 자귀나무, 생강나무, 이팝나무, 참나무류 등이 우점을 하여 대상식생으로 나타날 것이다.

내부숲에서는 여러 수종들이 혼효림 형태로 나타날 것이며, 내륙부의 주연부에는 내염성과 내조성이 다소 강하지 않는 호양성 수종들이 우점할 것으로 예상되었다.

해안식생은 뚜렷한 대상구조를 나타내는데 (Costa et al., 1996) 대상지 주연부식생은 토양의 염분, 토양함수량 등의 환경구배에 따라 대상구조로 나타날 것이다. 숲의 층위구조는 다양한 식물 종들이 각각의 생장형이나 경쟁 또는 천이에 의하여 교목층, 아교목층, 관목층, 지피층 등의 다층구조를 이루게 될 것이다.

대상지의 식생경관의 변화예측은 검증된 자료나 경험 그리고 연구 대상지가 없으며, 매우 다양한 환경이 복합적으로 식생에 영향을 미칠 수 있기 때문에 식생이 어떻게 변화될 것인가를 정확하게 예측하기는 어렵다. 또한 우리나라에는 상록활엽수림의 숲천이에 대하여 명확히 정의할 수 있는 이론이나 연구대상 숲이 없기 때문에 숲의 진행을 정확하게 예측하기는 곤란하다(오구균·최송현, 1993). 이러한 상록활엽수 해안방풍림을 재현함으로써 우리나라 난온대 상록활엽수림 복원에 대한 연구를 발전시킬 수 있을 것이다.

### 3. 유지관리

해안녹화는 내륙지방보다 훨씬 많은 환경압이 식물생육에 직·간접적으로 영향을 미치기 때문에 조성 이후에 최소 3~5년간은 생육관리를 철

저하게 해야만 녹화의 목표를 달성할 수 있다.

식재 당시 유효토심의 확보, 식재직후 물다짐, 멀칭을 잘 한다면 이후 별도의 토양수분 보충은 필요하지 않을 것이나 극 가뭄 발생시에는 관수 대책을 수립하여야 한다. 숲의 밀도는 식재 이후 5~10년부터는 수목이 성장하면서 수종 내 또는 수종 간 경쟁이 시작되어 수목 중 일부가 자연도태 되어 자연적으로 밀도가 조절 될 수 있어서 특별히 인위적 간섭이 필요하지는 않을 것이다. 그러나 특별한 식생경관 조성이나 수세가 약해지는 수종의 치유 또는 태풍시 역풍발생이 발생하지 않도록 인위적인 밀도조절이 필요할 것이다. 수목 식재 이후 2~4년 동안은 잡초의 발생이 많으므로 생태학적 식재를 하였을지라도 식재 초기 3년 정도는 잡초 방제를 하여 주어야 한다(Miyawaki, 2004). 잡초발생 억제를 위한 멀칭을 두껍게 해주고, 칩이나 환삼덩굴과 같은 위해성 식물이 번성하지 않도록 제거해 주어야 한다.

#### IV. 결 론

순천만 해안방풍림은 국가 생물자원, 생태관광 자원보전, 지역의 생명과 재산의 재난방재 측면에서 가치가 있으며, 체계적인 해안방풍림 조성이 필요하다. 해안방풍림은 과거 바람조절 기능 이외에도 생태학적, 생물학적, 경관적, 재해예방, 자연생태탐방, 휴식, 생물서식, 생물이동통로 등의 다양한 기능을 복합적으로 수행할 수 있도록 구상하였다.

해안방풍림조성에 있어서 자연생태학적 이론에 따라 대상지의 잠재자연식생을 조사하여 숲의 모델을 개발하였으며, 생태학적 식재 및 관리 방법을 제시하였다. 순천만 해안제방은 인위적으로 조성하여 1차천이가 진행될 경우 해안림으로서 구조를 갖추려면 최소 수십~수백년 이상이 소요될 것이나 인위적으로 기초종을 도입함으로써 식재 5년 이후부터 방풍림으로서의 기능

을 하기 시작하고, 숲의 완성은 30~50년에 준 자연림으로 조기에 조성 될 수 있을 것이다. 해안방풍림은 대규모 녹지로서 인간이 관리하는 것은 한계가 있기 때문에 자연생태 스스로 유지 될 수 있는 숲조성기법과 관리 개념의 적용이 중요하다.

인간과 생물이 상충되는 순천만 해안방풍림은 개펄과 농경지 사이에 생태학적 추이대로서 생물서식의 중요한 역할을 할 것이며, 인간과 생물이 공존하는 숲이 되어 후손들의 생명과 재산을 지키는 유산이 될 것이다. 순천만의 해안방풍림은 우리나라 해안방풍림에서 난온대 상록활엽수림의 복원이나 재현의 숲이 아직 없기 때문에 다소 실험적이기는 하여도 생태학적 해안방풍림조성의 가이드라인을 제시하고, 학술적 연구를 할 수 있는 동기를 부여하는데 의의가 있다.

숲의 완성은 단기간 내에 완성되는 것이 아니며, 다양한 돌발변수가 있기 때문에 해안방풍림 조성 이후 장기적인 모니터링으로 생태숲 조성 기법을 발전시켜 나가야 할 것으로 사료되었다.

#### 인 용 문 헌

- 권전오 · 이경재 · 장상항 · 피재황. 2000. 인천해안지역의 식물군집구조 분석을 통한 해안림 조성기법. 한국환경생태학회 학술대회지 13(1) : 82-85.
- 김도균. 2006. 광양만 임해매립지 느티나무 이식 이후의 연륜생장. 한국조경학회지 33(6) : 40-50.
- 김도균. 2010. 한국 남해안방풍림 자생수종의 내염성 및 내조성 수종 선별. 한국환경생태학회지 24(1) : 14-25.
- 김도균 · 박원규 · 서정욱. 2002. 광양만 임해매립지의 곰솔 이식 이후의 연륜생장 특성. 한국환경생태학회지 16(1) : 1-9.
- 김종홍 · 성치남 · 허재선 · 안삼영 · 박기영. 2008.

- 순천만백서 -조사발표를 통하여 본 순천만의 생태적 가치. 순천시그린순천21추진협의회 보고서.
- 김용식 · 오구균 · 김도균 · 신현탁. 1999. 수목의 가뭄극복을 위한 식재지 관리방안 -광양지역을 중심으로. 영남대학교 자원문제연구소 자원문제연구논문집 18(1) : 8-13.
- 김보미. 2010. 순천만 조류공원 계획기준 도출 및 조성계획. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 김종원 · 이윤경. 2006. 식물사회학적 식생조사와 평가방법. 서울 : 월드사이언스.
- 김창길 · 이상민 · 정학균 · 장정경. 2009. 기후변화에 따른 농업부문 영향분석과 대응전략. 한국농촌경제연구원 보고서.
- 국립기상연구소. 2006. 한반도 기후 100년 변화와 미래. 국립기상연구소 보고서.
- 박문수. 2005. 한려해상국립공원 오동도의 식생과 관리. 한국산림휴양학회지 9(2) : 1-10.
- 박종철 · 양금철 · 장동호. 2010. 기후변화에 따른 난온대 상록활엽수림대의 이동에 관한 연구. 기후연구 5(1) : 29-41.
- 순천대학교지역개발연구소. 1999. 순천만 생태계 조사용역최종보고서. 순천대학교 지역개발연구소 보고서.
- 순천시그린순천21추진협의회. 2008. 순천만 백서. 순천시그린순천21추진협의회 보고서.
- 안영희. 2003. 녹지환경학. 서울 : 태림문화사.
- 오구균. 1986. 자연식생의 생태적 특성을 고려한 배식설계 기준에 관한 연구 -창덕궁 후원 자연식생분석을 통하여. 서울대학교 환경대학원 석사학위논문.
- 오구균 · 김도균. 2009. 생태녹화공학. 서울 : 광일문화사.
- 오구균 · 김용식. 1997. 난대 기후대의 상록활엽수림 복원 모형(IV). 환경생태학회지 11(3) : 334-351.
- 오구균 · 지용기. 1995. 불갑산 상록활엽수림의 식물군집구조. 한국환경생태학회지 9(1) : 30-41.
- 오구균 · 최송현. 1993. 난온대 상록활엽수림지역의 식생구조와 천이계열. 한국생태학회지 16(4) : 456-476.
- 이경제 · 조우 · 최송현. 1992. 도시내 개발대상의 생태적 경관조성계획에 관한 연구. 한국조경학회지 20(1) : 39-52.
- 임윤희 · 오구균. 1999. 내장산국립공원 굴거리나무 개체군의 생태적 특성에 관한 연구. 한국환경생태학회지 13(1) : 17-33.
- 한국해양수산개발원. 2008. 순천만 효율적인 보전 및 지속 가능한 이용방안 연구. 순천시 보고서.
- 한봉호 · 김종엽 · 조현서. 2004. 함양 상림의 환경생태적 구조 분석 및 생태적 관리방안. 한국환경생태학회지 17(4) : 324-336.
- 환경부. 2004. 생태자연도 활용에 있어 식생보전등급 적용방안 연구. 환경부 보고서.
- 千葉喬三. 1992. 環境林造成と管理(小橋澄治, 村井宏, 龜井章 編. 1992. 環境綠化工學). 東京 : 朝倉書店.
- 宮脇昭. 1972. 横浜市の植生一都市の環境保全とみどりの環境創造に對する植物社會學的基礎研究. 横浜市 報告書.
- 宮脇昭 · 奥田重俊 · 鈴木邦雄. 1975. 東京湾臨海部の植生. 横浜大學環境研究所 報告書.
- 本間啓. 1973. 綠地學 研究 No4. 東京大學農學部園藝第二(綠地學)研究室 報告書.
- 小橋澄治 · 村井宏 · 龜井章. 1992. 環境綠化工學. 東京 : 朝倉書店.
- 青沼和夫. 1977. 京葉臨海埋立地における 腦林業技術を応用した綠林帶造成-2. 森林地帶 18(2) : 30-40.
- Costa, M. L., SANTOS, M.C.R., and CARRAPIÇO, F. 1996. Contribuição para o estudo de Azolla no tratamento de águas residuais domésticas. Actas da 5a Conferência Nacional sobre Qualidade do Ambiente 2 : 1945-1954.

- Comer, P., D. Faber-Langendoen, R. Evans, S. Gawler, C. Josse, G. Kittel, S. Menard, M. Pyne, M. Reid, K. Schulz, K. Snow and J. Teague. 2003. Ecological systems of the United States : A working classification of U.S. Terrestrial systems. Nature Serve, Arlington, VA.
- Grossman, D. H., D. Faber-Langendoen, A. S. Weakley, M. Anderson, P. Bourgeron, R. Crawford, K. Goodin, S. Landaal, K. Metzler, K. D. Patterson, M. Payne, M. Reid and L. Sneddon. 1998. The national vegetation classification system : development, status, and applications. *In* : International classification of ecological communities : terrestrial vegetation of the United States. I. The Nature Conservancy, Arlington, Virginia.
- IPCC. 1995. Climate change 1995. Impact, Adaptation and mitigation of climate change : Scientific-technical analyses. London : Cambridge University Press.
- Miller, G. 2004. Essentials of Ecology (3rd). Thomson, Brooks/Cole.
- Miyawaki, A. 1998. Restoration of urban green environments based on the theories of vegetation ecology. Ecological Engineering 11 : 157-165.
- Miyawaki, A. 1999. Creative ecology restoration of native forestry native trees. Plant Biotechnology 16 : 15-25.
- Miyawaki, A. 2004. Restoration of living environment based on vegetation ecology : Theory and Practice. Ecological Research 19 : 83-90.
- Smith, M., and R.L. Smith., 2009. Elements of ecology(7th). Pearson Education, Inc. New Jersey.
- Tüxen, R. 1956. Die huetige potentielle natuerliche vegetation als gegestand der vegetation skarierung. Angewandte Pflanzensoziologie. Stolzenau : Weser 13 : 5-42.
- Yim, Y. J., and Kira, T. 1975. Distribution of forest vegetation and climate in the Korean Peninsula. I. Distribution of some indices of thermal climate, Japanese Journal of Ecology 25 : 77-88.