

난대 기후대의 상록활엽수림 복원 모형(V)^{1*}

- 사례지의 복원전략 -

오구균² · 김용식³

Restoration Model of Evergreen Broad-leaved Forests in Warm Temperate Region(V)^{1*}

- Restoration Strategies of the Case Study Areas -

Koo-Kyoon Oh², Yong-Shik Kim³

요 약

상록활엽수림 복원모형 연구의 일환으로 사례지인 전남 완도와 경남 목도의 복원전략을 제시하였다. 완도의 식생복원 유형은 개선형과 재현형으로 구분했고, 목도는 개선형으로 제시했다. 완도의 복원식생은 붉가시나무군락, 참가시나무군락, 참식나무군락, 구실갯밤나무군락, 후박나무군락, 생달나무군락 등 상록활엽수림 군락을 목표식생으로 제시했다. 목도의 복원식생은 후박나무군락으로 제시했다. 완도의 중복원 대상은 개체군의 분포지역이 매우 한정되어 있고 크기가 작은 수종 중에서 참나무과의 참가시나무와 자작나무과의 새우나무를 선정하였다. 목도지역에는 복원할만한 수종이 없는 것으로 판단되었다.

주요어 : 완도, 목도, 식생복원, 중복원

ABSTRACT

As a serials of researches for the restoration model of evergreen broad-leaved forests, the restoration strategies of the case study areas were proposed. Restoration type of vegetation were classified into an improvement type and a reconstruction type for Wando(Island). Improvement type of restoration was suggested for Mokdo(Island). *Quercus acuta* community, *Q. salicina* community, *Neolitsea sericea* community, *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* community, *Machilus thunbergii* community, *Cinnamomum japonicum* community, etc. were suggested as a restoration goal of vegetation for Wando(Island). *Machilus thunbergii* community was suggested as a restoration goal of vegetation for Mokdo(Island). Also the species restoration plan of the Wando(Island) was prepared for *Quercus salicina* of Fagaceae and *Ostrya japonica* of Betulaceae those which the natural distribution and population size were very limited. There was no species

* 이 논문은 1995년도 학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었음

1 접수 10월 31일 Received on Oct. 31, 1997

2 호남대학교 공과대학 (College of Engineering, Honam Univ., Kwangju, 506-509, Korea)

3 영남대학교 자연자원대학 (College of Natural Resources, Yeungnam Univ., Kyongsan, 712-749, Korea)

which needed for species restoration urgently at Mokdo(Island).

KEY WORDS : WANDO(ISLAND), MOKDO(ISLAND), VEGETATION RESTORATION, SPECIES RESTORATION

서 론

국가 생물다양성 보호 및 유전자원 보존 뿐만 아니라 국토 경관보존을 위하여 난대 기후대의 상록활엽수림대의 복원이 필요하다. 난대 기후대에 속하는 남해안 일대와 섬들에는 곰솔나무와 졸참나무, 팽나무, 느티나무 등의 낙엽활엽수림이 분포하고 있고 두류산, 불갑산, 제주도, 완도, 진도, 흥도, 보길도, 주도, 소안도, 까막섬, 금오도 등에 국지적으로 상록활엽수림이 분포하고 있다(오구균과 최송현, 1993; 오구균과 김용식, 1996; 1997; 吳長根, 1995). 현존하고 있는 상록활엽수림 중 마을 주변에 당숲이나 어부림으로 보호관리된 상록활엽수림은 영급이 높은 편이나 다른 상록활엽수림은 대개 30년생 미만의 영급구조를 나타내고 있어 천이 도중상의 식생구조를 나타내고 있다.

한반도에서 상록활엽수림의 식생발달사는 기후와 지각변동에 크게 영향을 받아 왔을 것이나 이에 대한 연구나 논의는 충분하지 않다. 고기후와 화분분석연구를 정리하면, 4,000만년 전에는 한반도의 상록활엽수림이 온대 중부 기후대까지 북상하여 분포했으며, 마이오세(2,500~1,200만년전) 중기에는 한반도 전역에 상록활엽수림이 분포했으리라 추정된다(공우석, 1992). 한편 한반도 남해안의 지형선과 섬이 형성되었던 6,000여년 전에는 지금보다 따뜻하여 온대 남부기후대까지 상록활엽수림이 북상하였으리라 추정된다(安田 等, 1980; 김영걸과 Krapfenbauer, 1996). 현재의 지구 기후는 한랭기가 시작되고 있으나 지구온난화로 기온이 상승하고 있어 상록활엽수림의 분포역에도 변화가 예상된다.

생태계 복원이란 일반적으로 훼손된 자연 또는 경관을 보다 자연적으로 개선하여 훼손되기 이전의 상태로 되돌리는 것이라고 정의할 수 있다(Harker D. et. al., 1993). 복원목표 대상은 훼손지 주위의 산림생태계나 천이계열상 중간단계를 설정(Bruns, 1988)하는 것이 일반적이다. 생태계 복원유형은 대상지의 생태적 특성과 사회적 수요에 따라 保存型, 保護型, 保全型, 改善型(修復型), 再現型(再生型), 創造型(創出型)으로 구분할 수 있으며(中村과 長谷,

1996), 생태계 복원방법은 천이순응형, 천이억제형, 천이촉진형으로 구분할 수 있다.

본 연구는 상록활엽수림 복원 모형 연구(오구균과 김용식, 1996; 1997; 김용식과 오구균, 1996; 1997)의 일환으로서 선행연구 결과를 토대로 사례지의 식생복원전략을 제시하는데 그 목적이 있다.

재료 및 방법

1. 복원 모형 구상

생태계 및 식생, 다양성 복원 등에 관한 문헌 검토를 통하여 사례지에 적용할 수 있는 생태계 복원유형, 복원목표설정, 복원과정 모형 등에 관한 구상을 하였다.

2. 사례지의 생태적 특성

사례지의 현존식생분포와 자연성을 파악하기 위하여 1966년에 4회에 걸쳐 현존식생도와 녹지자연도를 조사했다. 현존식생조사는 식생관조사와 식생구조조사를 토대로 실시하였다. 녹지자연도 사정은 한 격자안에 2개 이상의 등급이 위치할 때는 번적이 큰 등급으로 사정하였으며, 바다와 접한 경계 부근은 육지쪽의 등급으로 하였다. 격자크기는 완도의 경우 500m×500m로, 목도의 경우는 10m×10m 크기로 했다. 50년 이상의 영급구조를 나타내는 갈문리와 정도리 방풍숲은 인위적 영향이 일부 있어 왔다 생각되지만 9등급으로 사정했다. 그리고 사례지의 환경과 식생구조 특성은 선행 연구자료(오구균과 김용식, 1996; 1997; 김용식과 오구균, 1996; 1997)를 토대로 정리하였다.

3. 사례지 산림식생 복원전략

사례지의 생태적 특성과 복원모형구상을 기초로 하여 사례지의 복원목표와 대상을 설정하였고, 식생복원도와 함께 식생복원구상안을 제시하였다.

결과 및 고찰

1. 산림생태계 복원 모형 구성

(1) 복원목표 설정

산림생태계 복원은 완전할수록 야생동물의 종 수와 개체수를 증대시키고 다양성을 증대시키는 효과를 가져온다(Harker D. *et al.*, 1993). 복원목표 설정은 대상지의 자연환경과 주변의 인문사회환경 조사 및 분석을 토대로 대상지 환경에 대한 충분한 이해를 기초로 해야 한다. 산림생태계 복원목표는 기술적으로나 경제적으로 복원대상의 필요성 뿐만 아니라 실현가능해야 한다.

산림생태계 복원의 경우에도 복원 목표를 명확히 설정하는 것이 중요하다. 복원목표 설정시 원 생태계 또는 복원기간이 너무 길거나 기술적으로 복원이 불가능한 대상은 피하는 것이 바람직하다(Bruns, 1988). 실현가능한 산림생태계 복원 대상은 1차적으로 산림식생이 되며, 훼손된 생태계 주위의 산림생태계나 생태계 천이계열상 중간단계 또는 잠재자연식생을 목표로 설정하는 것이 필요하다.

(2) 복원과정 모형

Figure 1은 Bradshaw(1988)와 中村 等(1997)이 제안하고 있는 생태계 복원과정을 참고하여 재작성한 산림생태계 복원과정 모델로 우리나라에 적용가능하리라 생각된다.

산림생태계 복원과정을 설명하면, 생태계가 훼손된 대상지의 물리, 생물학적 현황의 조사와 분석, 사회·경제적 측면과 환경적 측면에서 복원 필요성과 문제점 조사를 토대로 대상지의 장기적 토지이용을 결정한다. 보전적 토지이용 대상지의 생태계 복원 유형으로는 개선형, 재현형, 창조형으로 세분하여 복원 유형을 결정한다. 다음단계로 식생복원 목표를 설정한 뒤 대상지 환경개선 프로그램, 종 선정과 녹화방법, 부지 기반조성 등의 복원계획·설계를 한다. 다음 단계에서 파종 또는 식재 등 복원사업을 시행하고 모니터링과 유지관리를 통하여 복원목표를 달성한다. 유지관리는 자연천이 순응방식, 자연천이 억제방식, 자연천이 촉진방식을 선택적으로 채택한다.

(3) 종 다양성 복원 구성

최근에 들어 생물종 다양성 복원을 위하여 특정지역의 식물을 대상으로 종이나 개체군 수준에서 서식처를 복원하려는 시도가 계속되고 있다(Delanoe *et al.*, 1996). 종 복원이란 현재 우리가 야생동물들

위해 다양한 방법으로 목본이나 초본식물을 식재하고 있는 것과는 전혀 다른 문제로(Towle, 1997), 과거에 분포기록이 있거나, 어떠한 특정식물이 과거에 분포한 기록이 있을 경우, 소규모의 개체군을 보다 넓히거나 새로운 서식처를 조성하고자 할 경우 또는 생물종이 멸종의 위협에서 벗어날 수 있도록 하기 위한 방법 중의 하나가 식물종의 복원작업이다. 따라서 종 복원이란 현재 해당 식물종 개체군의 규모가 현저히 작아서 그 규모를 최소 활성 개체군(M. V. P : Minimum Viable Population) 규모 이상으로 확대시키기 위하여 과거 분포해 있던 지역이나 이와 생태적으로 유사한 지역에 식물체를 인위적으로 도입하여 해당 개체군을 더욱 안정시키고 활성화시키는 일련의 작업을 의미한다(Butler and Richardson, 1996).

종 복원사업은 생물다양성 보전에 있어 매우 중요한 과제로 대두되고 있으나, 복원사업이 반드시 긍정적인 효과만 가져오는 것은 아니다(Table 1). 따라서 식물종 복원사업을 시작하기 전에 충분한 조사와 검토가 필요하다. 복원계획을 성공적으로 수행하기 위해서는 대상 식물종의 생활사와 생태에 관한 많은 정보가 필요하다(McEachern *et al.*, 1994). 보전전략상 어떤 식물종이나 개체군의 선택은 대상 생물종의 생태나 알려져 있는 정보 또는 인간에 의한 이용 정도에 따라 결정되며(Roche and Dourojeanni, 1984), 약용식물로 사용되어 개체군이나 종자원이 멸종에 이르게 되는 경우를 들 수 있다(Tanden and Thayil, 1995). 따라서 식물종 복원의 대상으로는 다음과 같은 내용을 참고로 하여 선정한다(Whitten, 1990).

첫째, 희귀하거나 극히 제한된 분포범위를 보이고 있는 식물종

둘째, 고유종으로서 우리나라 이외의 지역에서는 분포하지 않는 식물종

셋째, 최근에 들어 개체군의 규모가 심각하게 감소하는 식물종

넷째, 특별히 위협에 처해 있는 서식처에 생육하고 있는 식물종

다섯째, 우리나라 내에서 유일한 서식처로 알려져 있는 식물종

여섯째, 국내의 보전관계 법규에 의거하여 보호가 필요한 식물종

현재 위협에 처해 있거나 복원목표로 특정식물종을 고려하여 현지보전을 계획할 경우 다음과 같은 내용들을 고려하는 것이 좋다(Scarlett &

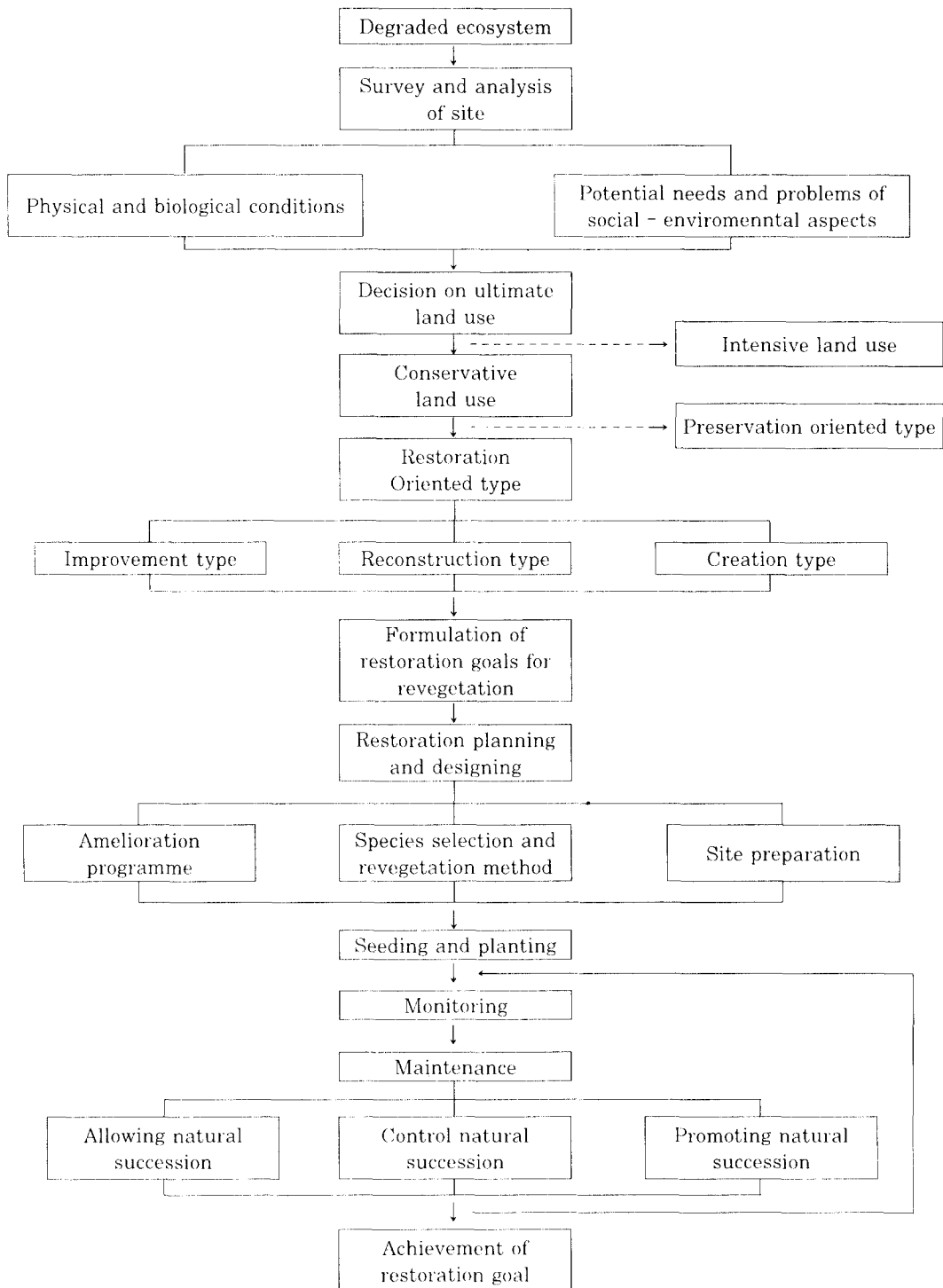


Figure 1. Restoration process model of degraded forest vegetation

Table 1. Summary of positive and negative potential of restoration for biodiversity

	Positive potential	Negative potential
Ecosystem diversity	<ul style="list-style-type: none"> · can restore threatened ecosystem types in regional context · can improve degraded areas · can protect existing natural areas by expansion or provision of buffers 	<ul style="list-style-type: none"> · without sufficient knowledge, can displace existing significant ecosystems · planting of inappropriate vegetation or ecosystem type can lead to poor survival rates and wasted effort
Species diversity	<ul style="list-style-type: none"> · can remove invasive exotic species that reduce indigenous diversity · can improve or provide habitat for threatened species or species experiencing population declines such as amphibians or migratory birds · can meet specific food & shelter needs to attract wildlife species that are poorly represented locally · can address habitat fragmentation and associated impacts 	<ul style="list-style-type: none"> · can introduce exotic species to environment · without prior research and inventory restoration could have negative impacts on threatened species that may exist on the site · can attract wildlife species that have negative impacts on biodiversity in nearby natural areas. In most cases these would be species attracted to edge habitat · plant species introduced outside of their normal range may have unforeseen impacts on local ecosystems
Genetic diversity	<ul style="list-style-type: none"> · with appropriate expertise could enhance or restore habitat to protect rare genotype of plant or small animal · at landscape level creation of corridors and expansion of habitat blocks can promote gene flow and help prevent inbreeding 	<ul style="list-style-type: none"> · without care, can have negative impact on rare local plant genotypes · importing plant stock from distant areas can contaminate local populations of the same species. Stock that has been cultivated to suit human aesthetic demands can have similar impacts

Source : Towle(1997) The role of ecological restoration in biodiversity conservation

Parsons, 1991). 가장 중요한 작업으로는 유전적으로 동일한 개체를 얻기 위하여 잔존 개체나 개체군에서 종자를 채종해야 한다. 종자채종 시에는 채종장소와 채종종자 및 채종일자 등을 반드시 기록해 두어야 한다. 둘째로는 대상수종에 대한 효과적인 번식방법을 개발해야 할 것이다. 삼목이나 종자번식이 어려운 경우는 조직배양 등의 방법을 사용할 수도 있다. 셋째로는 성공적인 개체군의 복원을 위해서는 어느정도의 종자나 모목을 사용하는 것이 좋을지에 대해서 고려하는 것이 바람직하다. 넷째로는 대상종의 복원 성공율을 높이기 위하여 어떠한 복원방법을 적용하는 것이 좋을지에 대해 미리 염두에 두는 것이 좋다. 마지막으로는 가능하다면 한 장소뿐만 아니라 원래 자생지와 환경조건이 유사한 다수의 장소를 선정하여 개체군을 복원하는 것이 효과적으로 장래의 위협으로부터 보전하는 지름길이 될 것이다.

2. 사례지의 생태적 특성

(1) 완도

대상지는 연평균 강수량이 1,472mm, 연평균기온이 13.9℃, 한랭지수가 -4.1로 적윤지성 난대 상록활엽수림이 발달하는 기후대에 속해 있고(기상청, 1991), 산림지의 토양모전은 양호한 상태이다.

대상지가 속해있는 다도해 해상국립공원의 산림식생은 구실잣밤나무군집, 불가시나무군락, 후박나무군집, 육박나무군집, 참식나무군락, 육박나무-불가시나무군락, 동백나무군락, 가마귀쪽나무군락, 돈나무-사철나무군락, 보리밥나무군락, 우뚝사스레피나무군락, 다정큼나무군락, 참가시나무군락, 굴거리나무군락, 식나무군락이 분포하고 있다(전라남도, 1995). 완도의 산림식생은 불가시나무군락, 불가시나무와 타수종 혼효림군락, 낙엽활엽수혼효림, 소나무림, 곰솔나무림, 굴참나무림, 상수리나무림 등 자생 또는 조림식생, 해안가에 격리된 채 보호되어온

방풍숲으로 대별해 볼 수 있다.

대상지의 자연식생의 구조는 30여년생 미만의 영급구조로서 대부분 2차천이한 대상식생이며 천이도 중상의 상태를 나타내고 있다. 소나무, 곰솔, 굴참나무, 상수리나무 등이 조림된 식생도 30여년 미만의 영급구조를 나타내고 있으며, 임상층에서 난대 기후대 수종이 활착하고 있어 장기적으로는 상록활엽수림으로 천이할 것으로 예상된다. 사면의 암석지나 전석지, 능선부의 바람이 심한 곳 등 토양, 지형적으

로 특이한 환경에서는 소사나무군락이나 낙엽활엽수림 등의 지형적 토지극상식생이 유지되리라 예상되며, 산록부 이상의 사면에서는 붉가시나무가 우점종인 식생구조가 발달하리라 예상된다(오구균, 1994; 오구균과 최송현, 1993; 吳長根, 1995). 해안으로부터 가까운 곳 중 토심이 깊은 곳에서는 생달나무와 후박나무군락이, 토심이 얇고 건조, 적박한 곳에서는 구실잣밤나무가 우점하는 식물군락으로 식생천이가 예상된다(오구균과 김용식, 1996). 그리고 전

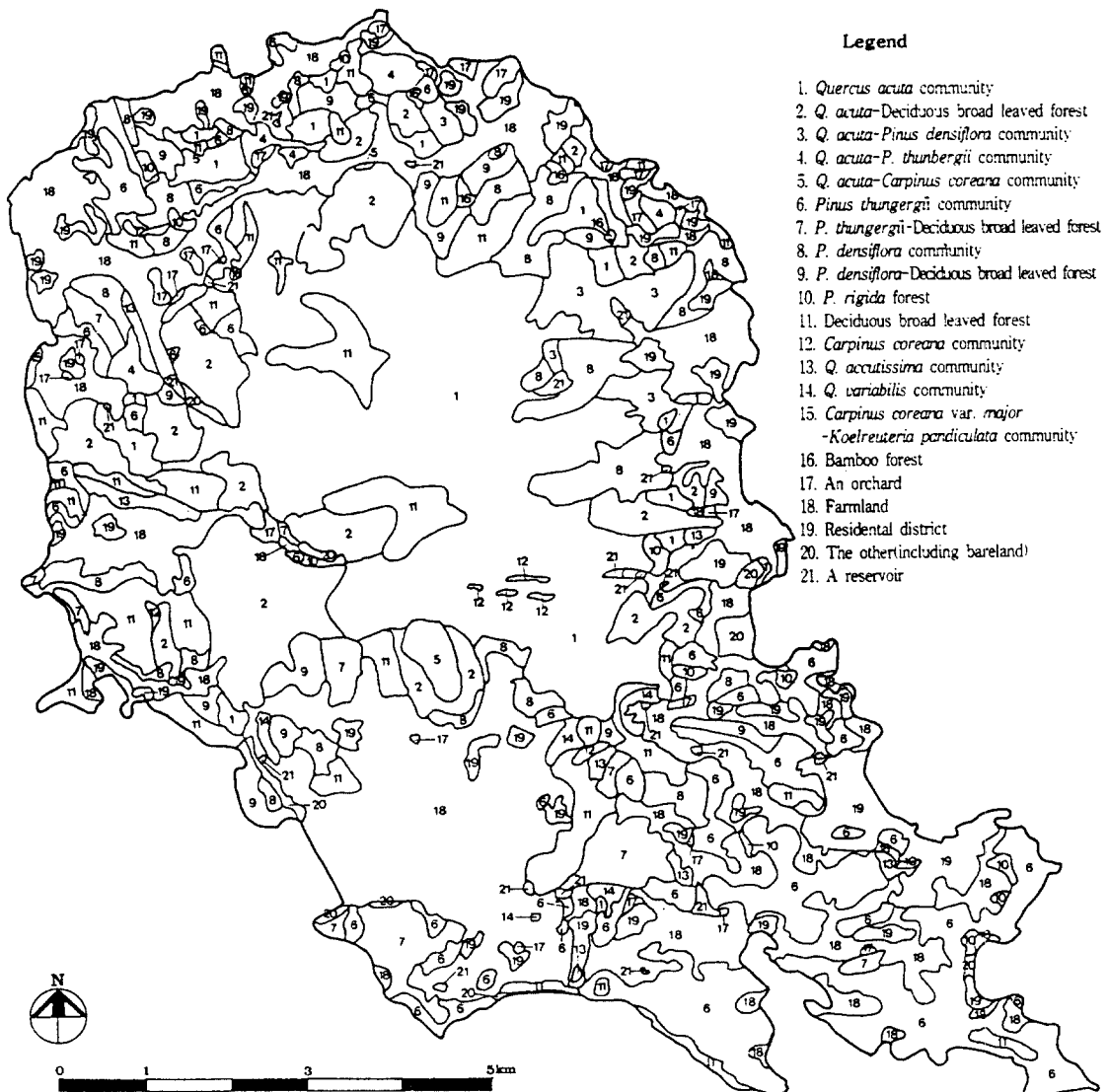


Figure 2. The Map of Actual Vegetation of Wando (Island)

석지대이면서 적습한 곡간부에서는 참식나무군락이 소규모로 발달하고(오구균과 최송현, 1993) 해안 암석지형에서는 가마귀쪽나무, 돈나무, 사철나무, 보리밥나무, 우묵사스레피나무, 다정큼나무 등이 소규모로 군락을 이루리라 예상된다. 불가시나무군락의 임상층에서 활착하고 있는 육박나무는 천이계열상 후기계열 수종으로 추정되며(오구균과 최송현, 1993; 오구균, 1994; 오구균과 김용식, 1996) 완도에서는 육박나무군락의 출현은 오랜세월이 소요될 것으로 예상된다.

완도의 식생구조 분석에서 상록활엽수군락, 상록활엽수-낙엽활엽수 혼효림, 상록활엽수-상록침엽수 혼효림, 낙엽활엽수 혼효림간의 종다양도와 토양 환경요인간에 뚜렷한 차이를 나타내지 않았는데 그 원인은 식생구조발달의 역사가 짧기 때문으로 생각된다.

출현빈도 즉 상재도가 높은 수종은 대상지 환경에 적응력이 큰 것으로 생각되어 복원사업시 활착력이 우수하리라 생각된다. 상재도가 높은 난대기후대 수종으로는 마삭줄, 광나무, 사스레피나무, 동백나무, 불가시나무, 새비나무, 동백나무, 생달나무, 나도밤나무로 나타났다. 대상지에서 상재도가 10%미만으로 출현하는 난대기후대 수종으로서 돈나무 등 상록활엽수종 10종, 곰의 말채 등 낙엽활엽수종 13종은 종 보전차원에서 복원대상수종으로 검토할 수종으로 생각된다. 소나무, 곰솔, 졸참나무 등이 조림 또는 자생하는 산림에서 생육하고 있는 생달나무, 감탕나무, 광나무, 다정큼나무, 새비나무 등은 환경에 대한 내성이 큰 수종으로 생각되며, 조림식생이나 퇴행천이한 식생의 복원시 적극적으로 검토할 수종으로 판단된다.

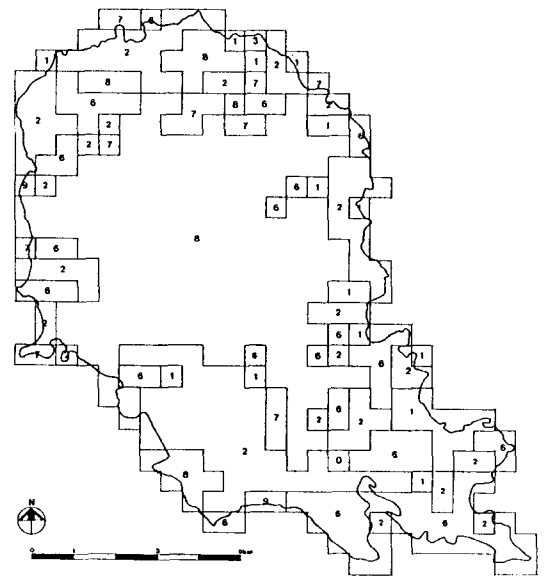
대상지의 현존식생을 보면(Figure 2) 불가시나무군락이 20.7%(1,779ha)로 가장 넓게 분포하고 있고, 곰솔나무림이 11.7%, 불가시나무-낙엽활엽수 혼효림이 9.7%, 낙엽활엽수림이 7.6%, 소나무군락이 5.1% 순으로 분포하고 있다. 지형적 식생분포를 보면, 상황봉(644m), 백운봉(600m)을 중심으로 해발 150m 이상, 해발 500m 이하의 산 북부에는 불가시나무군락이 분포하고 있으며 상황봉(644m), 백운봉(해발 600m)를 잇는 능선부를 포함하여 해발 400m 이상되는 사면에는 개서어나무, 졸참나무, 소사나무 등의 낙엽활엽수림이, 중북부 이상의 전석지대에는 소사나무, 개서어나무 군락이 분포하고 있다.

마을이나 농경지 위쪽에서 해발 150m까지는 대부분 사유지로서 지난 30여년 동안 조림한 소나무, 곰솔, 리기다소나무, 편백, 상수리나무, 굴참나무 등이 생육하고 있다. 해안에 인접한 마을과 농경주위

에는 방풍림으로 오랫동안 보호된 숲들이 잔존하고 있으며 주로 생달나무와 팽나무의 노거수들이 많다. 이중 정도리에 보존된 개서어나무-생달나무군락과 갈문리에 보존된 모감주나무-왕소사나무군락은 생태적 측면뿐만 아니라 향토문화사적인 측면에서도 보호가치가 크다.

난대기후대의 다른지역과 비교할 때(전라남도, 1995; 吳長根, 1995; 오구균과 김용식, 1996), 해안가의 대표적인 식물군락인 후박나무군락, 구실잣밤나무군락, 종가시나무군락, 육박나무군락, 참식나무군락이 본 대상지에는 분포하지 않고 있는데 그 원인은 고밀도 인구에 의한 연료채취나 경제적 이유로 과도한 남벌이 지속적으로 이루어졌기 때문이라고 생각한다.

자연에 미친 인간의 영향의 정도를 나타내는 녹지자연도(Figure 3)에 의하면 해안선과 산북부는 주거지와 농경지로 개발되어 녹지자연도 1~2등급을 나타내고 있다. 해발 100~150m 지점까지는 주거지가 드물고 조림한 산림으로서 녹지자연도 6등급을 나타내고 있고, 도유림인 산중북부 이상이 녹지자연



(0: Water, 1: Urban district, 2: Farmland(rice and ordinary field), 3: Farmland(perennial plants), 6: Plantation, 7: Secondary forest(below 20 years old), 8: Secondary forest(20-50 years old), 9: Natural forest(climax or subclimax))

Figure 3. The Map Degree of Green Naturality of Wando(Island)

도 8등급(41.3%)를 나타내고 있다.

완도의 자연성은 산림의 경우 중간 정도의 보존상태이지만 불가시나무를 위주로 한 상록활엽수림이 우리나라에서 최대규모로 분포하고 있어서 국가적인 보존대상이라고 판단된다. 그러나 해발 150m이하의 산록부와 해안은 주로, 농업용으로 개간되면서 산림생태계가 파괴되었으며 임야도 외래수종을 조림하여 이곳의 자생수종인 상록활엽수림이 심하게 교란된 상태이다. 완도에 100m정도 떨어진 주도에는 (오구균과 김용식, 1996) 천연림상태의 구실잣밤나무군락과 육박나무군락이, 200m 떨어진 장도의 당숲에는 오래된 후박나무군락이 잔존하고 있어 완도의 해안가의 잠재자연식생으로 추정된다. 한편 산록부에 조림된 조림식생의 하층과 임상층에서 교목성 상록활엽수인 불가시나무, 생달나무, 감탕나무, 구실잣밤나무 등이 활착하고 있어서 100여년이상 보호한다면 상록활엽수군락이 자연적으로 복원되리라 예상한다.

완도의 관속식물상은 102과 321속 426종 56변종 5품종 및 1교잡종 등 총 488종류로 보고된 바 있으며, 이 중에서 상록성 수목은 23속 30변종 2변종 등 총 32종류이다. 12개 조사지역에서 출현하는 상재도는 출현비율 100%가 백문둥과 칩의 2종, 8%

이하인 식물은 가래나무, 말채나무, 병아리꽃나무 등 68과 164속 179종 25변종 4품종 및 1교잡종 등 총 209종류, 출현비율이 50% 이상으로 비교적 흔하게 출현하는 식물종이 덩굴나무, 마삭줄, 인동덩굴 등 27과 37속 39변종 및 1변종 등 총 40종류였다(오구균과 김용식, 1997).

(2) 목도

춘도라고도 불리는 목도는 해발 20m정도의 작은 섬(1.5ha)으로서 동해안 상록활엽수림 북한계에 위치하고 있다(김용식과 오구균, 1997). 토양의 양료 조건은 보통이나 토양산도가 pH 4.0~4.4 정도의 강산성을 나타내고 있는데 이는 1963년부터 조성된 울산공단으로부터 대기오염의 영향이라 생각된다(김선희, 1992). 목도의 현존식생의 분포는 (Figure 4), 후박나무군락이 약 40%를 점유하고 있으며, 동백나무군락이 15.5%이고 그외 지역은 과거 레크레이션활동 등으로 파괴된 후 곰솔나무, 팽나무, 산벚나무, 아까시나무, 대나무 등이 식재되어 생육하고 있다.

목도식생의 자연성을 나타내는 녹지자연도에 의하면(Figure 5), 후박나무와 동백나무군락이 분포하는 녹지자연도 8등급이 약 55%를 차지하고 있고

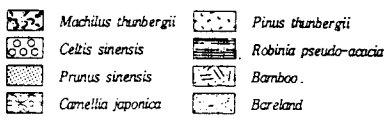
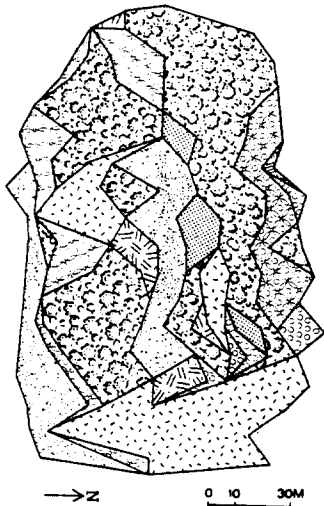


Figure 4. The Map of Actual Vegetation of Mokdo (Island)

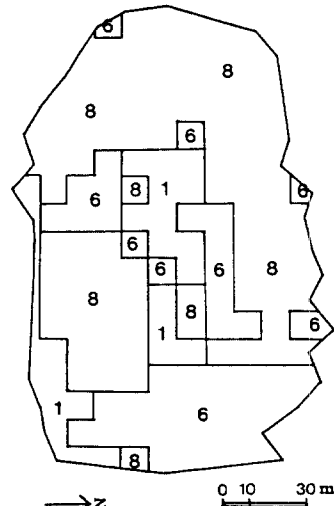


Figure 5. The Map of Degree of Green Naturality of Mokdo(Island)(Legends are referred to Figure 3)

나지인 1등급이 약 20%, 조림식생인 6등급이 약 25%를 차지하고 있다. 목도의 잠재자연식생은 현존식생과 주변 도서의 현존식생(오구균과 김용식, 1996)을 고려할 때 후박나무군락으로 추정된다. 울산공단으로부터 질산화합물, 불화수소, 황산화물의 영향이 있음에도 불구하고 목도의 나지나 조림식생 임상층에서 후박나무의 생육이 매우 왕성하여 천이를 촉진하는 식생관리를 한다면 목도의 후박나무군락 복원은 단기간에 가능하리라 예상된다. 한편, 미국가막사리, 미국자리공, 소리쟁이, 아까시나무, 은백양, 흰명아주 등 외래종이 훼손된 곳에 침입하여 활착하고 있어 외래종을 제거하는 관리가 필요하다.

목도지역의 식물상은 32과 53속 50종 6변종 등 총 56종류로 보고된 바 있다(김용식과 오구균, 1997). 목도는 인근의 화학공업단지과 인접해 있어서 대기오염의 피해가 우려되는 지역이며, 인간의 훼손도 가해진 흔적이 있다. 직경 10cm 이상되는 송악이 인위적인 피해를 받아 고사된 흔적이 있다. 그러나 과거 사찰을 이전한 부지에는 후박나무의 어린 치수가 무성하게 성장하고 있어 보존조치만 잘 한다면 후박나무가 우점하는 상록활엽수림 복원이 가능하리라 예상되지만 대기오염이 종다양성에 미치는 영향은 모니터링이 필요하다.

3. 사례지의 식생복원 구상

학술적 기초연구의 일환으로 수행하는 본 연구의 한계상 토지소유나 궁극적 토지이용 목표에 대해서는 고려하지 않는 것을 전제로 사례지별 복원구상을 제시하고자 한다.

(1) 완도

1) 식생 복원

① 토지이용 및 보전유형

완도의 토지이용은 보전적 토지이용 구역과 적극적인 토지이용구역으로 구분한다. 보전적 토지이용 구역에는 현재의 산림과 마을 주변의 방풍숲을 포함하고 적극적 토지이용구역에는 기존 시가지, 주거지, 논, 밭과 과수원, 저수지 등을 포함한다.

보전적 토지이용구역의 보전유형은 보전유형과 복원유형으로 구분한다. 보전유형에는 보전형, 보호형, 보전형으로 세분할 수 있는데, 완도의 경우 보호형과 보전형으로 구분할 수 있겠다. 보호형 식생으로는 중리나 원당의 방풍숲(어부림) 등으로 오랫동안 보호해 온 노거수 중심의 마을숲이나 당숲, 노거수를 포함한다.

보전형 식생으로는 갈문리의 모감주나무-왕소사나무 숲과 정도리의 개서어나무, 생달나무가 우점하는 숲이 해당된다. 보전형 식생은 오랫동안 마을 주민에 의하여 유지관리됨으로써 형성된 숲으로 독특한 종구성 상태를 나타내고 있다. 전통적인 식생관리가 이루어지지 않을 경우 식생천이에 의하여 새우나무, 왕소사나무, 모감주나무 등 희귀하거나 특이한 식생구조의 변화가 예상되는 식생형이다.

② 복원유형

복원유형에는 개선형(Improvement type), 재현형(Reconstruction type), 창조형(Creation type)으로 세분할 수 있다.

개선형은 천이촉진형 식생관리를 통하여 상록활엽수군락을 빠르게 원 상태로 복원될 수 있는 식생형으로서 불가시나무군락, 불가시나무와 타 수종들의 혼효림군락, 임상층이나 관목층에서 교목성 상록활엽수종이 상당수 이상으로 활착하고 있는 산림을 포함한다.

재현형은 완도의 잠재자연식생인 상록활엽수림이 파괴되어 사라진 산림이나 녹지로서 인위적인 노력으로 원식생을 복원하는 대상이다. 해안에 접한 산림, 827번 지방도로 부근의 조림지나 낙엽활엽수림으로서 하층이나 임상층에 교목성 상록활엽수종이 없거나 희귀하게 분포하고 있는 산림을 포함한다.

창조형은 도시화 구역이나 새로 조성하는 공원, 관광지에 완도를 상징하는 상록활엽수림을 모델로 인위적으로 조성하는 식생형으로 청해진유적공원, 완도읍내 시가지 공원등을 대상으로 할 수 있다.

③ 복원목표 설정

완도는 지형 및 기후적 특성상 해발 400m 이하의 지역에 상록활엽수군락이 발달하는 곳이다. 과거 500 여년 동안의 산림이용활동의 영향으로 완도의 원 식생은 파괴되었으나 다행이도 산림지에는 2차식생인 불가시나무군락이 잔존하고 있다. 그러나 해안선 주위는 주거지, 농경지로 개발되었고, 산림에는 소나무, 리기다소나무, 곰솔, 상수리나무 등 경제수종이 조림되어 있어 대상지의 향토적, 자연적 경관 상실하고 있다.

완도의 보전적 토지 이용구역 중 복원유형을 대상으로 한 복원 목표는 다음과 같이 설정한다.

가. 상록활엽수림을 복원한다.

나. 천이계열상 중기 단계의 식물군락을 복원한다. 다. 복원기간은 30년으로 한다.

④ 수종선정 및 복원 방법

가. 개선형 식생복원

해안선으로부터의 거리, 지형적 위치와 해발고에

따라 복원식생의 우점종이 다르다. 따라서 해발 100m 이상은 붉가시나무군락, 해발 100m이하로서 척박지는 구실잣밤나무군락, 토심이 깊거나 비옥한 토양에는 후박나무와 생달나무군락, 계곡부 전석지 대나 토심이 깊고 비옥한 토양에는 참식나무와 참가시나무군락을 목표식생으로 설정한다(Figure 6). 복원식생별로 우점종과 함께 환경에 내성이 강한 종을 보조수종으로 식재함으로써 산림 미환경을 조절할 수 있다(오구균, 1986). 식물군락 복원을 위한 식재시 보조수종은 선행연구에서(오구균과 김용식, 1997a) 상재도가 크거나 환경에 대한 내성이 큰 수종 즉, 감탕나무, 생달나무, 후박나무, 구실잣나무, 육박나무, 광나무, 다정큼나무, 사스레피나무, 동백나무, 천선과나무, 새비나무, 마삭줄 자금우, 송악 등을 보조수종으로 사용하되 입지환경요인에 따라 적지적수를 선정하여 종 구성을 다양하게 한다.



■: *Quercus acuta* community, ▨: *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* community, ①: *Machilus thunbergii* community, ②: *Neolitsea sericea* community, ③: *Cinnamomum japonicum* community, ④: Deciduous broad leaved community, ⑤: *Quercus salicina* community, ⑥: *Carpinus coreana* var. *major* -*Koelreuteria paniculata* community, ⑦: *Cinnamomum japonicum* -*Carpinus tschonoskii* community, □: The others

Figure 6. Restoration plan of vegetation of Wando (Island)

개선형 복원유형의 산림종 이미 자연적으로 완도의 우점종인 붉가시나무 등이 활착하여 우점하고 있는 붉가시나무군락과 붉가시나무혼효림은 새로 상록활엽수종을 식재하여 도입할 필요가 없고 붉가시나무군락 구조를 성숙시키는 천이촉진형 식생관리가 필요하다. 현재 대부분 붉가시나무 군락은 수고 12~15m 내외, 30여년생의 맹아림으로서 상층수목의 개체수가 적정밀도(700~900주/ha)를 초과하는 곳이 많다. 따라서 적정 밀도로 간벌하여 붉가시나무군락의 식생구조를 성숙시키는 식생관리가 필요하다.

조림수종 또는 낙엽활엽수종과 붉가시나무 등이 혼생하고 있는 혼효림은 조림수종이나 낙엽활엽수종을 2단계 택벌사업으로 제거하는 식생관리가 필요하다. 주요 제거대상 수종은 소나무, 곰솔, 리기다소나무, 편백, 졸참나무, 상수리나무, 굴참나무, 졸참나무, 개서어나무 등의 교목류이다. 해발 100m 이상, 400m 이하 산림종 교목층에서 붉가시나무 등 교목류 상록활엽수가 생육하지 않거나 관목층에서 5주/100m²미만의 밀도를 나타내는 산림을 대상으로 상록활엽수종을 식재한다. 해발 100~300m 이하의 곡간부에는 참식나무와 참가시나무를 우점종으로, 그외 지역에는 붉가시나무를 우점종으로 군락식재한다(오구균, 1986). 군락식재시에는 우점종을 1,000주/ha 정도의 밀도로 보조수종과 함께 식재한다. 식재수목의 크기는 가능한 2~3년생 포트묘를 이용하며, 늦봄에서 여름사이, 우기에 식재한다.

나. 재현형 식생복원

완도는 면적이 86km²로 크에도 불구하고 난대기후대의 다양한 상록활엽수군락이 발달하고 있지 않다. 그 이유는 경작지 확대와 연료채취로 해안가 주변의 천연림이 파괴되었기 때문으로 생각된다.

완도의 산록부나 827번 지방도로, 해안에 접한 산림에 발달할 수 있는 식물군락은 구실잣밤나무군락, 후박나무군락, 생달나무군락, 참가시나무군락, 돈나무군락, 보리장나무군락, 우목사스레피군락 등이다. 해발 100m 이하 해안가 산림중 비옥하고 토심이 깊은 곳에는 후박나무, 생달나무군락, 해안에 접한 경사지 중 척박한 곳에는 구실잣밤나무군락을, 해안가 암석 노출지 주변에는 돈나무군락, 보리장나무군락, 우목사스레피나무군락을 재현하여 복원하는 것이 필요하다.

해안가는 대부분 사유지이기 때문에 완도군에서 지주들에게 수종갱신을 설득하여 동의를 얻은 후, 식생복원에 관한 계획수립에서부터 사업시행, 유지관리까지 국비나 군비로 추진하는 것이 필요하다. 그리고 완도의 잠재자연식생을 재현하는 식생복원은

식물군락식재를 통하여 달성할 수 있으며(오구관, 1986) 식재종 선정과 궁구성은 다도해 지역에 분포하는 식생구조(오구관과 김용식, 1996; 오구관과 최송현, 1993, 吳長根, 1995)를 모델로 하는 것이 필요하다.

한편, 완도는 자연환경이 수려하고 기후가 온난하여 다도해 해상국립공원의 탐방 거점지역이고 수산물 생산 및 유통의 중심지이기도 하다. 그리고 청해진 유적지를 중심으로 장보고 축제를 매년 상대적으로 개최하여 많은 외국인이 방문하고 있다. 국가적 생물다양성 보존정책, 해양관광 및 생태관광 시대의 도래, 남북통일시 겨울철 휴양지 개발 등을 고려할 때 완도의 시가지와 농어촌, 일주도로 주변에 완도의 자연·향토경관을 재현하는 것이 필요하다.

이 중 자연경관을 재현하기 위해서는 완도의 잠재 자연식생 중 대표적 수종을 선정하여 가로수식재, 공공공원 녹지조성, 주택가 식재, 관광지 조경식재 시 권장하는 것이 필요하며, 군 조례로 규정하는 것이 효과적이다. 완도의 자연경관 재현에 사용될 수 있는 수종은 후박나무, 참식나무, 참가시나무, 불가시나무, 생달나무, 구실잣밤나무, 육박나무, 동백나무, 가마귀쪽나무, 우복사스레피나무, 돈나무, 다정큰나무, 식나무, 개산초, 보리장나무, 녹보리뽕나무 등 상록활엽 교·관목류, 송악, 마삭줄, 자급우 등의 지피식물류, 밀구슬나무, 버귀나무, 함다리나무, 이나무, 말오줌때, 천선과나무, 예덕나무, 상동나무, 소사나무, 세우나무 등 낙엽활엽수류이다.

⑤ 기타

완도의 식생복원 목표를 달성하기 위해서는 완도 자연보전 및 복원계획을 수립하여 장기적으로 중앙정부의 지원을 받아 사업시행을 시행해야 실효를 거둘 수 있다. 자연보전 및 복원계획의 내용, 관리, 사업시행 후 모니터링은 완도의 자연환경 복원에 필수적이므로 사업추진주체는 이에 대한 충분한 준비를 해야 시행착오와 예산낭비를 방지할 수 있다.

2) 중복원

① 대상종 : 참가시나무(*Quercus salicina* Bl.) (참나무과)

가. 분포 : 한국(완도, 진도, 금오도, 제주도, 울릉도), 일본

나. 생태

- 서식처 : 대야리 저수지 부근 사면, 불가시나무 군락에 희귀하게 분포하고 있다.
- 개화 및 결실 : 5월에 개화하며 열매는 10월에 짙은 갈색으로 성숙한다.

다. 현황

불가시나무가 우집을 이루고 있으며, 아교목층에는 쇠물푸레나무, 때죽나무, 팔배나무, 쪽동백나무, 진달래 등이 산생하며, 관목층에는 조릿대, 지피식물층에는 얼레지, 고사리, 주름조개풀 등이 많이 출현한다. 참가시나무의 크기는 수고 5~7m, 수관폭 4~5m 정도이며, 서식처의 크기는 20m×20m 정도이다. 참고로 진도 침찰산의 상목수림에서 국지적으로 분포하고 있는 참가시나무의 상대우점치는 약 10~60%내외이다(오구관과 조우:1996, 문화재관리국:1993).

라. 과거 생육지의 상실원인 : 자료 없음.

마. 위협요인 : 과거의 기록은 알 수 없으나, 최근 약용으로 채취가 되었다는 주민들의 이야기를 고려할 때 희소한 개체수의 멸종이 우려된다.

바. 복원계획

· 복원 목표 : 장차 최소 개체군의 규모 이상으로 조성, 관리할 수 있는 개체군의 크기를 유지하도록 한다. 최소 개체군의 규모는 수분(Pollination)을 원활히 할 수 있어야 하며, 특성의 유전변이를 지속적으로 유지할 수 있도록 한다.

· 종자확보 및 묘목생산 : 가을에 종자를 채종하여 완도수목원에서 육묘를 하며, 일부는 장외보전(Ex situ conservation)용으로 완도수목원에 확보한다.

· 종자파종 및 식재지침 : 복원대상이 되는 개체는 사전에 형태 및 유전자 특성을 반드시 조사하여 추후의 관리자료로 활용한다. 종자파종방법을 적용할 경우에는 종자발아 후 생존율 약 30%를 기준으로 1,500~1,700립/ha 정도의 종자를 파종한다. 그러나 식재할 경우에는 2~3년생 포트묘를 약 1,000주/ha 정도를 군락식재하는 것이 위험성이 적을 것으로 생각된다. 최소 생존 개체군의 복원을 위해 사용하는 묘목은 인근 완도수목원에 의뢰하여 포트묘로 양묘 하는 것이 보다 효과적이다. 양묘한 묘목은 우기에 현지에 이식한다.

사. 관리

· 부지관리 : 파종된 종자의 발아가 원활하게 진행되거나, 식재된 묘목이 인접의 수목으로부터 생육을 지장받지 않도록 임상층(林床層)을 매년 관리해야 한다.

· 모니터링 : 4~5년간은 종자발아에 관한 사항 모니터링, 완도 이외의 자생지 생태환경과의 비교연구 등이 필요하다. 매년 개체군 규모, 개체수의 성장상태 및 번동상황, 각 개체에 대한 개화 및 결실상황 압력 등을 모니터링한다.

② 대상종: 새우나무(*Ostrya japonica* Sarg.) (자작나무과)

가. 분포: 한국(제주도, 완도), 해남, 일본, 중국의 온대남부기후대

· 남한의 유일 개체군으로 추정된다.

나. 생태

· 서식처: 정도리 방풍숲에 자작나무과의 서어나무속 이후에 진화된 종으로 판단되는(소웅영과 이창복, 1982) 새우나무 수습여주가 생육하고 있다. 광량은 비교적 높은 편이다. 군락지 내부를 볼 때에 바닷가쪽보다는 육지쪽의 군락지 안에 분포하고 있다. 갯돌밭에 개서어나무, 굴참나무 등과 함께 살고 있으며, 산책로와 수림 내 빈터 주위에 많이 분포한다.

· 개화 및 결실: 낙엽활엽교목으로 5월에 개화하며, 열매는 9~10월 경에 성숙한다.

다. 현황

교목층에는 개서어나무, 굴참나무 주종을 이루고 있으며, 아교목층에는 당단풍, 소사나무, 비목, 사스레피나무 등이, 관목층에는 진달래와 정금나무 등이, 초본층으로는 자금우, 맥문동, 조릿대풀, 산거울 등이 비교적 밀생하고 있다. 흉고직경 10~20cm 정도 크기의 새우나무가 20여주 생육하고 있으며, 활력도는 높은 편이다.

라. 과거 생육지의 상실원인: 자료 없음

마. 현재의 위협요인: 자연보호로 수관이 울창해질 경우 차대형성이 어려워 쇠퇴할 수 있으며, 다른 한편으로는 피크닉 위락활동으로 생육지 환경이 열악해질 수도 있다.

바. 복원목표와 식재지침: 최소생존개체군(M. V. P.: Minimum Viable Population)의 복원을 위하여 종자 파종을 하거나, 인근의 완도수목원에서 개체를 대량증식하여 현지에 이식 하도록 한다.

나. 복원계획 및 관리: 참가시나무의 경우와 동일함.

(2) 목도

1) 식생복원

① 토지이용

문화재보호법에 의하여 천연기념물인 65호로 지정된 목도는 대상지 전체가 보전적 토지유형이다.

② 복원유형

섬 전체가 천연기념물인 목도는 인위적의 환경피해가 심하고 현재에도 울산공단으로부터 대기오염의 영향을 받고 있으므로 개선형 복원유형으로 설정한다.

③ 복원목표 설정

목도는 동해안의 상록활엽수림 북한계지역으로서의 지리적 특성을 지니고 있으며, 잠재자연식생으로 추정되는 후박나무-동백나무 군락을 복원목표로 설정하는 것이 바람직하다.

④ 복원 수종 선정 및 복원 방법

기존의 후박나무 군락은 외래수종은 제거하는 식생관리를 시행한다. 곶솔나무, 산벚나무, 대나무, 은행양, 미국가막사리, 미국자리공, 아까시나무 등 외래수종은 2단계로 나누어 제거하여 후박나무군락의 발달을 촉진시킨다. 후박나무군락 외 지역에는 2~3년생 후박나무 포트묘를 10주/100m² 정도의 밀도로 우기에 식재한다. 후박나무 묘목식재와 함께 생달나무, 참식나무 등의 교목류, 동백, 돈나무, 가마귀쪽나무 등의 아교목 및 관목류, 덩굴성인 보리밥나무, 지피식물인 자금우, 송악을 우점수종 밀도의 40% 이내로 보조수종으로 식재하여 종 다양성을 증진시킨다.

⑤ 기타

목도는 아까시나무, 미국자리공, 대나무 등 활착력이 강한 외래수종이 생육하고 있고 울산공단으로부터 대기오염 영향이 예상되기 때문에 사업시행 후 유지관리와 모니터링이 식생복원에 매우 중요하다.

2) 중복원

목도에서는 특별히 중복원 대상종은 아직 없는 것으로 판단된다. 다만 기 조사보고서(문화재관리국, 1993)에서 눈비수리가 소실되었다고 보고한 바 있으나 상기종에 관한 문헌자료가 부족하기 때문에 추후 이에 대한 검토가 필요하다고 생각된다.

현재 목도의 상록활엽수종 중에서 우점종을 차지하고 있는 후박나무의 치수발생 및 성장상태가 매우 양호한 편이어서, 앞으로 후박나무가 활발한 생육을 지속적으로 유지할 수 있도록 다른 수종의 침입을 막아주는 관리가 필요하다.

▼ 감사의 글

본 연구과제 수행에 수고해 준 호남대학교 조경학과 김보현, 정승준, 박석곤, 김다영, 김성현군, 서울시립대학교 김동완군과 영남대학교 조경학과 강기호, 배준규, 신현탁, 김종근, 박용찬군, 강지희, 조현종양에게 심심한 감사의 말씀을 전합니다.

인용문헌

공우식(1992) 한반도 식생 및 환경변천사(홍로세 이진

- 시대를 중심으로), 제4기학회지 6(1):1-12.
- 기상청(1991) 한국기후표 제 2권, 418쪽.
- 김선희(1992) 울산공단지역의 식물군집구조분석과 환경립조성기법에 관한 연구, 서울시립대학교 석사학위논문, 74쪽.
- 김영걸, Krapfenbauer, A. (1996) 온실효과에 의한 기후변화, 자연보존 96:49-54.
- 김용식, 오구균 (1996) 난대기후대의 상록활엽수림 복원 모형(II) -회귀 및 멸종위기식물과 귀화 식물- 환경생태학회지 10(1):128-139.
- 김용식, 오구균(1997) 난대기후대의 상록활엽수림 복원모형(III) - 남·동해 및 몇 도시의 관속식 물상, 환경생태학회지 11(1):61-83.
- 문화재관리국(1993) 천연기념물 수림지 생태계 조사 보고서, 259쪽.
- 박용환(1992) 한국 황해(서해)의 플라이스토세 후기 및 홀로세(현세)의 해수면 변동과 기후, 제4기학회지 6(1):13-20.
- 소용영, 이창복(1982) 자작나무과 식물뿌리의 북부해부에 의한 계통학적 연구, 전북대학교 생물학과 연구보고, 3:127-138.
- 오구균(1986) 자연식생의 생태적 특성을 고려한 배식 설계 기준에 관한 연구, 서울대학교 환경대학원 석사학위 논문, 160쪽.
- 오구균(1994) 두륜산 상록활엽수림의 식물군집구조, 응용생태연구 9(1):43-57.
- 오구균, 김용식(1996) 난대기후대의 상록활엽수림 복원모형(I) -식생구조-, 환경생태학회지 10(1):87-102.
- 오구균, 김용식(1997a) 난대기후대의 상록활엽수림 복원모형(IV) - 사레지의 식생구조 -, 환경생태학회지 11(3):투고중.
- 오구균, 김용식(1997b) 완도의 식물상, 호남대학교 산업기술연구소 논문집 제 5집 (투고중)
- 오구균, 최송현(1993) 난온대 상록활엽수림 지역의 식생구조와 천이계열, 한국생태학회지 16(4):459-476.
- 吳長根(1995) 韓國 多島海域과 日本 長崎縣에 分布하는 常綠闊葉樹林의 比較研究, 木浦大學校 大學院 博士學位論文, 181쪽.
- 완도군(1995) 완도군정 50년사, 1772쪽.
- 이경재 등(1993) 도시 및 공업단지 지역의 GREEN 복원기술개발(I), 환경저 - 과학기술저, 292쪽.
- 이수욱(1981) 한국의 삼림토양에 관한 연구(2), 한국임학회지 54:25-35.
- 전라남도(1995) 다도해해상국립공원의 식생, 372쪽.
- 米倉伸之(1987) 村馬周邊地(海)域における第四紀後期の古地理と古氣候(長崎縣, '村馬の自然', p. 11~20), 長崎縣.
- 安田喜憲, 塚田松雄, 金邊敏, 李相泰, 任良宰(1980) 韓國における環境變遷史と農耕の起源, 韓國における環境變遷史, 日本文部省[海外學術調査], 1-19쪽.
- 中村俊彦, 長谷川雅美, 谷口薫美(1997) 灣岸都市千葉市の自然環境の保持・復元の方法(中村俊彦, 長谷川雅美, 藤原道郎 編 '灣岸都市の生態系と自然保護' p.967-979), 信田社ツサイテック, 東京.
- Bradshaw, A. D.(1988) Alternative endpoints for reclamation. In: Cairns J. Jr. (ed.), Rehabilitating Damaged Ecosystems, vol. II. CRC Press, Florida, pp. 69-85.
- Bruns, D.(1988) Restoration and management of ecosystems for nature conservation in West Germany In: Cairns J. Jr. (ed.), Rehabilitating Damaged Ecosystems, vol. I. CRC Press, Florida, pp.163-186.
- Butler, G. and M. Richardson(1996) Recovery programmes in Australia: the importance of community organizations in their implementation and success. In: Hobson, C.(ed.), Botanic Gardens in Changing World. (The proceedings of the 3rd international botanic gardens conservation congress, Rio de Janeiro, 19-25 October, 1992.) pp. 149-152.
- Curtis, J.T. and R.P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie forest border region of Wisconsin, Ecology 32 : 476-496.
- Delanoë, O., Montmollin B. and L. Oliver(1996) Conservation of Mediterranean Island Plants. I. Strategy for Action. IUCN/SSC Mediteranean Plant Specialist Group, 106 pp.
- Harker, D., Evans S., Evens M. and K. Harker(1993) Landscape Restoration Handbook, Lewis Publisher, 661pp.
- Hill, M.O(1979) TWINSPAN-A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of the individuals and attributes, Cornell Univ. Press, Ithaca, N. Y. 99pp.
- McEachern, K. et al.(1994) A metapopulation approach to Pitcher's thistle(Circium pitcheri) recovery in southern Lake Michigan dunes. In: Bowles, M. L. and C. J.

- Whelan(ed.), Restoration of endangered species. Cambridge University Press, pp. 195-218.
- Pielou, E.C. (1977) Mathematical Ecology. John Wiley & Sons, New York, 385pp.
- Roche, L. and M. J. Dourojeanni(1984). A guide to in situ conservation of genetic resources of tropical woody species. F.A.O. 196 pp.
- Scarlett, N. H. and R. F. Parsons(1991) Conservation of Victorian grassland species. In: Butler, G. et. al. Conservation of rare or threatened plants in Australia. Proceedings of the conference protective custody? -ex situ plant conservation in Australasia. pp. 107-112.
- Tanden, V. and S. Thayil(1995) Saving Medicinal Plants in South India. Plant Talk 1: 16-17.
- Towle, K.(1997) The role of ecological restoration in biodiversity conservation: basic issues and guidelines. The Evergreen Foundation. 39 pp.
- Whitten, A. J.(1990) Recovery: A proposed programme for Britain's protected species. Nature Conservancy Council. CSD Report No. 1089. 429 pp.
- Yim, Y. J.(1977) Distribution of forest vegetation and climate in the Korean peninsula IV. Zonal distribution of forest vegetation in relation to thermal climate. Jap. J. Ecol. 27:269-278.