

제주도 선홍곶 초지지역의 천이경향을 고려한 상록활엽수림 복원 연구¹

한봉호² · 김정호³ · 배정희⁴

Restoration for Evergreen Broad-leaved Forests by Successional Trends of Pasture-grassland in the Seonheulgot, Jeju-do¹

Bong-Ho Han², Jeong-Ho Kim³, Jeong-Hee Bae⁴

요 약

본 연구는 장기간의 이용과 간섭으로 훼손된 선홍곶 방목초지를 원식생인 상록활엽수림으로 복원하기 위하여 식생유형에 따른 식물군집구조 분석을 통해 천이경향을 예측하고 적합한 복원방안을 도출하고자 하였다. 총 26개 조사지를 선정하여 분석한 결과 우점종의 평균상대우점치에 따라 4개 유형으로 구분되었고 교목층 우점종의 경급을 고려하여 6개 군집으로 분류하였으며 군집 I은 덩굴성관목림, 군집 II는 상록활엽수 관목림, 군집 III은 소경목의 상록활엽수림, 군집 IV, V는 중경목의 상록활엽수림, 군집 VI은 대경목의 상록활엽수림이었다. 관목림의 출현종은 각각 24, 28종이었고 소경목 상록활엽수림은 16종, 중경목 상록활엽수림은 29, 30종이였으며 대경목 상록활엽수림은 27종이었다. 전체 종다양도지수는 0.8763~1.2630이였으며 중경목과 대경목 상록활엽수림간 유사도지수가 높게 나타났다. 군집 I, II, III은 방목초지에서 상록활엽수로 천이가 진행된 유형이었고 군집 IV, V, VI은 방목지 내 잔존림으로서 난대 상록활엽수림과 식생구조가 유사하였다. 선홍곶 방목초지지역을 상록활엽수림으로 복원하기 위해 구실잣밤나무, 종가시나무군집을 목표로 하여 선홍곶 내 상록활엽수림을 모델림으로 제시하였으며 복원모델 군집의 생육밀도는 교목층에 구실잣밤나무, 종가시나무가 100㎡당 10주, 아교목층에는 동백나무, 사스레피나무, 종가시나무가 100㎡당 14주이었다.

주요어 : 구실잣밤나무, 종가시나무, 식생구조, 생육밀도

ABSTRACT

This study was achieved to present the way to restore the Seonheulgot pasture-grassland damaged by landuse and interference for a long time to evergreen broad-leaved forests as the native vegetation structure. As a result of analyzing ecological succession tendency of structure in survey area, we established the optimal restoration model. The total of survey sites were 26,

1 접수 6월 17일 Received on Jun. 17, 2004

2 서울시립대학교 도시과학대학 College of Urban Sciences, Univ. of Seoul(130-743), Korea(hanho87@uos.ac.kr)

3 서울시립대학교 도시과학연구원 The Institute of Urban Sciences, Univ. of Seoul(130-743), Korea(hoya1209@uos.ac.kr)

4 서울시립대학교 대학원 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Univ. of Seoul(130-743), Korea(baettae@uos.ac.kr)

and the classified plant community types were four types by M.I.P of dominant woody species. Finally we classified the four types based on diameter of dominant woody species in canopy layer. The six community types are as follows: Community I was runner-shrub forest, community II was evergreen broad-leaved shrub forest, and community III was evergreen broad-leaved forest of small diameter. Community IV and V were evergreen broad-leaved forest of middle diameter. Community VI was evergreen broad-leaved forest of large diameter. The number of constituent species was 24 in community I, 28 in community II as the shrub forest, 16 as the evergreen broad-leaved forest of small diameter, 29 in community III, 30 in community IV as the evergreen broad-leaved forest of middle diameter and 27 in community VI as the evergreen broad-leaved forest of large diameter. The range of Shannon's index of all communitys was from 0.8763 to 1.2630 and the Similarity index between the community composed of middle diameter woody species and large diameter woody species. The ecological succession of community I, II, and III were changed from pasture-grassland to broad-leaved forest and the structure of community IV, V, and VI was similar to evergreen broad-leaved forest in warm temperate region. We suggest the restoration planting model evergreen broad-leaved forest of in Seonheulgot pasture-grassland, as follows: The target restoration vegetation were *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* community and *Quercus glauca* community. *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* and *Quercus glauca* should be dominant woody species in canopy layer, the number of trees was 10 per 100m², and *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii*, *Quercus glauca*, *Camellia japonica*, and *Eurya japonica* should be dominant woody species in the understory layer, the number of trees was 14 per 100m².

KEY WORDS : CASTANOPSIS CUSPIDATA VAR. SIEVOLDII, QUERCUS GLAUCA, VEGETATION STRUCTURE, GROWTH DENSITY

서론

난온대 상록활엽수림은 연평균 기온 14℃ 이상, 한랭 지수 -10℃·month 이상인 지역에 발달하며 특히 우리나라에서는 북위 35° 이상의 해안지역과 도서지방에 주로 분포하고 있다(임양재, 1970). 그러나 과거 벌채, 연료채취, 조림 등 인위적인 영향으로(오구균과 최송현, 1993) 상록활엽수림은 대부분 파괴되거나 곰솔, 리기다소나무, 삼나무 등 본래 난온대의 생태적 특성과 무관한 수종들이 식재되어 한반도 내 난대 상록활엽수림 분포지는 넓지 않다.

국내 상록활엽수림의 연구는 1990년대 초기까지는 남해 도서지방을 중심으로 식물사회학적 연구가 주를 이루었으나(김철수와 오장근, 1990; 임양재와 이진화, 1991) 이후 다도해지역의 상록수림 분포와 식물군집 구조의 파악 및 천이계열 추정으로 연구가 진행되었다(오구균과 최송현, 1993; 오구균과 조우, 1994). 또한 1990년대 후반 이후 최근까지는 완도, 목도 등을 중심으로 상록활엽수 훼손지의 복원에 관한 연구들이 활발히 진행되고 있다(오구균과 김용식, 1996; 오구균과

박석곤, 2003). 국내 분포하는 상록활엽수림의 면적 10,285ha 중 500ha 이상을 차지하는 제주도지역(박석곤과 오구균, 2002)은 국내 최대규모의 섬이자 남단에 위치하고 있으나 제주도내 상록활엽수림의 분포와 식생구조에 대한 연구는 거의 전무하였다.

제주도는 지난 30년간 연평균 기온이 15.5℃로 해안부터 표고 600m에 이르는 지역에 상록활엽수림이 분포하고 있으며(임양재 등, 1990) 비교적 보존상태가 양호한 편이다. 또한 약 700~800년 전부터 방목을 목적으로 지속적 화입(火入)이나 간섭 등을 통해 형성된 2차 초지대가 해발 약 100~900m까지 광범위하게 분포하였으며(김봉찬, 1999) 최근 제주도 중산간지역에서 성행하던 축산업 중 한우, 면양의 비율이 빠르게 감소하고 돼지, 젓소, 말, 오리 등의 비율이 높아짐에 따라(제주도, 2002) 방목지역은 초지로 방치되어 식생의 천이가 진행되고 있다.

제주도 북제주군 조천읍 선흘리 일대에 넓게 분포하고 있는 상록활엽수림 및 초지, 습지를 포함한 선흘리 일대는 '꽃자왈'이라는 화산지형을 기반으로 하고 있으며 지하수 함양율이 높고 다양한 식생이 분포하고

있는 천혜의 자원으로서 한라산과 해안을 잇는 녹지축을 담당하고 있다(제주도, 2004). 꽃자왈은 토양의 발달이 빈약하고 작은 암괴들로 이루어져(송시태, 2000) 농경과 주거에 부적합하여 방목지로 이용되던 곳이나 1960년대 이후 일부지역의 이용과 벌목을 금지한 뒤 난대 상록활엽수림으로 발달하여 그 보존가치가 매우 높다. 그러나 꽃자왈 지역 중 용암이 퍼지면서 입자가 작은 곳은 목장이나 농경지로 개간되었으며 산업의 변화 이후 구 목초지는 꽃자왈의 특성을 잃고 각종 리조트개발 사업들이 진행중이며 이미 많은 지역이 개발된 상태이다.

선홍꽃 내부에는 제주도 문화재 10호인 동백동산과 같은 대규모 상록활엽수림이 보존되고 있으며 구 목초지의 식생은 초지에서 천이 초기 관목식생을 거쳐 상록활엽수림으로 복원되어 갈 것으로 판단된다. 그러나 현재 제주도에서 추진 중인 골프장 36개소의 대부분이 꽃자왈을 포함한 중산간지역에 집중되고 있으며 연구대상지인 선홍꽃은 1994년 관광지구로 지정되었으나, 환경영향평가서의 부실을 문제로 사업이 취소되었다가 다시 2003년 제주도 차원의 선홍꽃 내 관광지구개발이 추진 중에 있다.

선홍꽃은 방목초지에서 상록활엽수림이 일부 남아

있고 관목림이 발달하고 있어 향후 상록활엽수림대로의 생태적 잠재성이 높을 것으로 판단되므로 제주도 초지지역의 식생발달과 복원에 관한 연구가 시급한 실정이었다. 따라서 본 연구는 북제주군 조천읍 선홍리 일대의 선홍꽃자왈 내 구 방목지 및 주변지역을 대상으로 식생조사를 실시하여 천이경향을 파악하고 상록활엽수림 복원방안을 마련하는데 목적이 있다.

연구방법

1. 연구대상지

본 연구의 대상지는 제주도내 4개 꽃자왈지역 중 조천-함덕꽃자왈의 일부로서 제주도 북제주군 조천읍 선홍리에 형성된 선홍꽃자왈의 방목초지이다. 동백동산을 비롯한 상록활엽수림을 중심으로 넓게 형성된 초지지역 중 천이의 진행정도에 따라 관목식생지, 상록활엽수 출현지, 상록활엽수 발달지 등으로 식생유형을 구분하여 조사를 설정하였다.

2. 조사분석방법

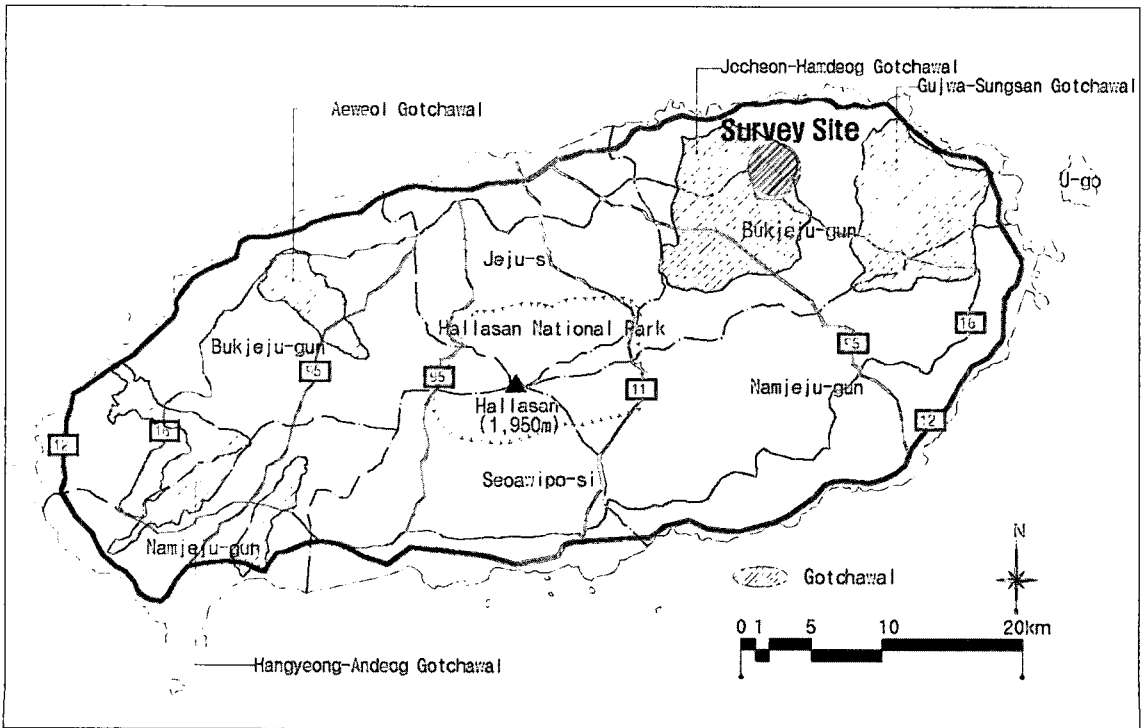


Figure 1. Location map of the survey site in Korea

연구대상지의 일반적 개황은 통계자료 및 기존 제주도 연구자료를 참조하여 지형과 식생, 기상을 종합하였으며 식물군집구조 분석을 위하여 초지지역의 식생유형에 따라 조사구를 분산하여 10m×10m(100m²) 크기의 방형구를 26개소 설정하였고 조사구별로 수관층 위별 매목조사를 실시하였다. 조사는 3개년에 걸쳐 각각 1997년 10월, 2000년 6월, 2003년 12월에 실시되었으며 조사결과는 군집분류를 기반으로 군집별 식생구조를 분석하였다.

군집의 분류는 조사구별 우점종의 평균상대우점치(M.I.P.: Mean Importance Percentage)와 평균흉고직경을 고려하여 구분하였으며 군집분석은 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치(I.V.: Imporance Value)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치(I.P.: Importance Percentage)(Brower and Zar, 1997), 종수 및 개체수, 종다양도(Pielou, 1977) 및 유사도지수(Whittaker, 1956)를 실시하였다.

초지지역의 천이경향에 따른 상록활엽수림 복원방안의 수립을 위하여 각 군집별 우점종의 생육밀도와 층위구조 분석을 하였으며 세부 항목으로 단위면적당 개체수 산출, 수관투영도 및 층위구조도를 작성하였다.

결과 및 고찰

1. 연구대상지 개황

선홀곶은 제주도 북제주군 선홀리에 위치하여 경위도상 동경 126° 45' 48", 북위 33° 30' 50" 부근에 140만평의 규모로 분포하고 있다(서귀포시, 2000). 지형은 해발 60~150m에 이르는 완만한 저지대로 평지상태에 가까우며 고려시대부터 매년 초봄에 불을 놓아 방목을 하던 곳이었으나, 1970년대 이후 산불의 금지로 각종 초본과 관목이 침입하여 천이가 진행되는 상

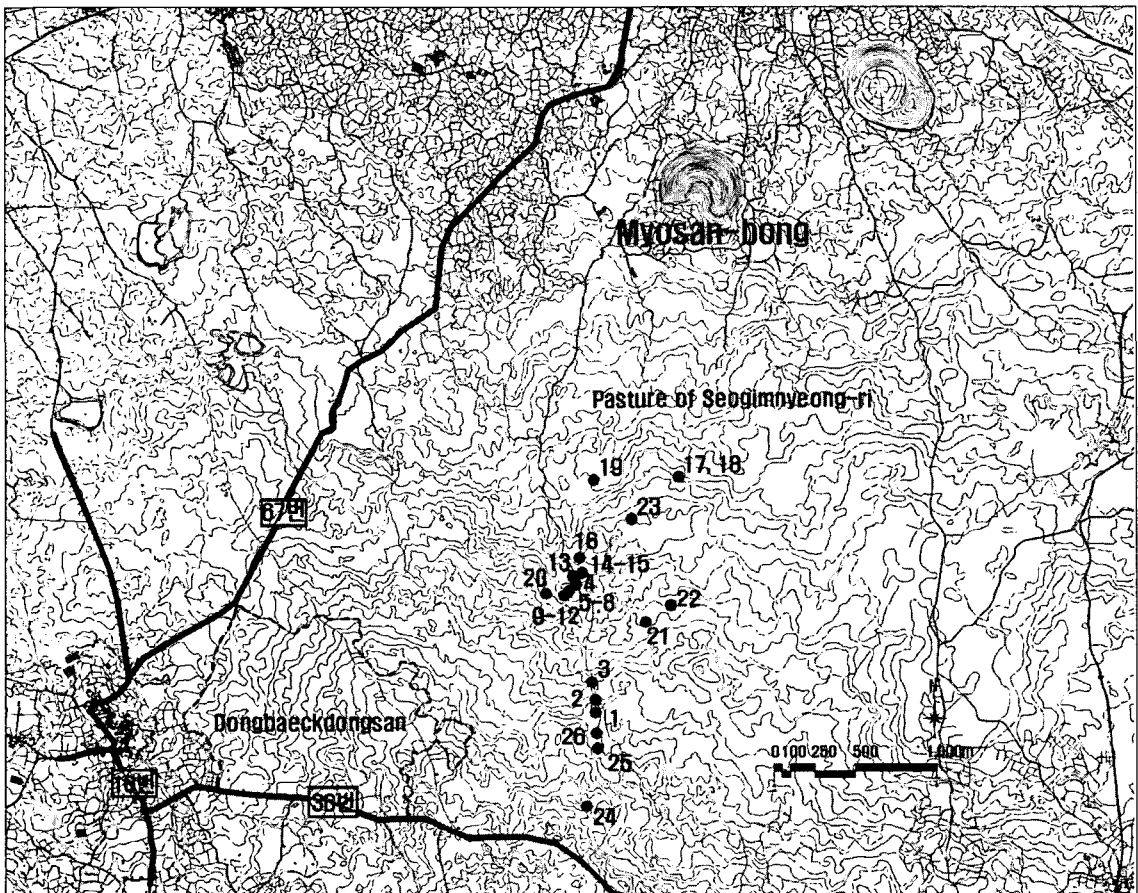


Figure 2. Location map of survey plots in Seonheulgot

Table 1. Mean importance percentage of major woody species in twenty-six plots

Species Name	Group I			Group II						Group III						Group IV											
	1	4	19	2	13	24	25	26	3	6	7	9	10	11	12	14	15	17	18	5	8	16	20	21	22	23	
<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>stevoldii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.38	4.56	15.38	2.22	0.00	24.86	11.06	12.05	11.70	12.01	30.77	46.89	15.81	16.78	26.78	20.86	15.15	
<i>Quercus glauca</i>	0.00	1.07	0.00	20.33	42.00	0.00	55.59	20.22	42.75	55.40	72.16	48.88	52.98	60.94	34.66	38.24	38.42	48.30	57.35	37.00	37.06	54.09	29.32	32.60	42.17	37.45	
<i>Quercus salicina</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.42	0.00	0.00	0.00	0.00	7.05	1.31	0.00	0.00	5.11	0.76	4.36	2.25
<i>Coccoloba triobus</i>	1.47	1.54	8.50	2.77	0.00	0.00	1.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.75	0.00	0.00	0.13	0.00	
<i>Machilus japonica</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.32	1.32	0.00	1.86	4.87	1.88	0.00	0.73	6.04	1.17	0.00	0.00	0.00	0.00	6.80	0.61	1.33	0.00	
<i>Rubus parvifolius</i>	12.39	10.51	27.60	4.45	4.47	0.89	0.00	1.03	0.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<i>Rosa multiflora</i>	12.16	13.02	17.14	0.00	5.44	0.35	3.35	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<i>Mallotus japonicus</i>	0.00	0.00	0.00	6.92	1.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.93	10.55	6.83	3.46	0.00	0.00	6.48	2.01	1.30	8.14	11.44
<i>Rhus chinensis</i>	0.46	0.00	0.00	20.16	13.61	0.00	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	
<i>Ilex integra</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.52	15.32	5.49	1.70	26.49	7.22	0.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<i>Celastrus orbiculatus</i>	2.08	0.00	1.12	2.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<i>Camellia japonica</i>	0.00	10.58	0.37	7.92	5.37	15.58	21.14	0.00	9.95	19.30	6.93	5.66	2.66	5.69	11.48	11.83	7.94	11.31	9.50	11.24	8.24	2.22	16.95	9.21	11.70	3.40	
<i>Eurya japonica</i>	0.00	0.00	0.49	0.88	3.74	22.71	6.28	12.63	10.24	0.67	2.38	6.20	2.40	8.06	7.25	2.17	0.96	5.10	1.21	3.50	2.40	0.00	3.51	2.14	0.00	1.20	
<i>Ardisia japonica</i>	0.00	0.00	0.00	5.52	6.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.52	1.41	0.00	0.00	0.26	7.82	2.06	0.00	0.00	1.10	4.68	0.00	0.00	0.45	0.27	3.64	
<i>Trachelospermum asiaticum</i> var. <i>intermedium</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	1.49	0.00	0.34	4.18	0.55	3.71	4.93	1.18	0.00	0.41	0.00	1.31	0.73	6.18	1.00	0.16	2.01	2.43		
<i>Lonicera japonica</i>	19.83	7.24	3.03	2.89	1.42	5.71	0.82	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<i>Smitax china</i>	34.84	34.62	28.42	0.00	3.12	2.76	4.31	2.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00	0.17	0.00	0.17	0.00	0.00	0.74	0.00	0.00	0.00	

Table 2. General state of six-communities in Seonheulgot

	Community	Dominant speciese	Average height(m)	Average DBH(cm)	Area of plot (m ²)
Shrub	I	<i>Smilax china</i>	0.5~1.0(0.8)*	-	300
	II	<i>Quercus glauca</i>	1.0~2.0(1.6)	-	200
Tree for small diameter	III (<i>Quercus glauca</i> - <i>Camellia japonica</i>)	<i>Quercus glauca</i> <i>Camellia japonica</i>	1.5~6.0 (3.5)	3~8(6)	300
Tree for middle diameter	IV (<i>Quercus glauca</i>)	<i>Quercus glauca</i>	9.0~11.0 (10.0)	13~25(18)	1,100
	V (<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> - <i>Quercus glauca</i>)	<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> <i>Quercus glauca</i>	9.0~11.0 (10.0)	13~30(20)	300
Tree for large diameter	VI (<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> - <i>Quercus glauca</i>)	<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> <i>Quercus glauca</i>	10.0~13.0 (12.0)	9~36(25)	500

* (): Average value

태이었다.

1971~2000년의 30년간 제주 기상관측소의 자료를 정리한 결과 월평균 기온은 5.6~22.7℃로 연평균 기온은 15.5℃이었으며 평균 강우량이 1,457mm로 난대 상록활엽수림대의 분포역에 해당하였으며(임양재, 1970) 대산지가 위치한 해발고에서는 구실잣밤나무가 주요 우점수종으로 분포하고 있었다(임양재 등, 1990).

대상지의 서편에 위치한 동백동산은 도지정 기념물(제10호)로서 전체면적은 23,145m²로 천연기념물인 진도 첨찰산(12,231m²)의 두배 가까이 되는 규모이며 선홍꽃 내에서도 비교적 고도가 높은 지역으로 평균경사 15° 내외의 완경사지역에 종가시나무, 구실잣밤나무가 우점하고 있는 상록활엽수림이 분포하고 있었다. 선홍리는 예전부터 목축업이 활발하였고 선홍꽃 주변은 대부분 목장지역으로 소나 말이 넘지 못하도록 돌담의 쌓아놓은 흔적이 남아있다(제주발전연구원, 1998).

2. 식물군집구조

1) 군집의 분류

선홍꽃 초지지역에 설정한 26개 조사구의 평균상대우점치를 분석한 결과 관목층만 존재하는 식물군과 종가시나무 우점 식물군, 종가시나무-구실잣밤나무 우점 식물군으로 구분되었으며(Table 1), 조사구별 우점종의 평균흉고직경을 고려하여 재분류하였다(Table 2). 군집은 우점종의 규격에 따라 관목림과 소·중·대경목 상록활엽수림으로 총 6개로 분류되었으며 그룹 I, II는 관목림으로 덩굴성 관목우점군집(군집 I),

종가시나무 관목우점군집(군집 II)으로 구분되었다. 그룹 III은 평균흉고직경이 10cm이하인 소경목 상록활엽수군집(군집 III)과 10~20cm인 중경목 종가시나무군집(군집 IV)이었고 그룹 IV는 평균흉고직경에 따라 10~20cm인 구실잣밤나무군집(군집 V)과 20cm의 대경목 구실잣밤나무군집(군집 VI)으로 세분되었다. 군집 I과 II는 관목식생이 우점하는 군집으로 군집 I은 3개 조사구가 포함되며 덩굴성 관목인 청미래덩굴, 멍석딸기 등이 우점하고 있으며, 군집 II는 2개 조사구가 포함되었으며 종가시나무의 상대우점치가 높은 상태이었다. 군집 III은 소경목 상록활엽수가 우점하는 군집으로 3개 조사구가 포함되며 중경목 종가시나무군집(군집 IV)과 구실잣밤나무군집(군집 V)은 각각 11개, 3개 조사구를 포함하였고 대경목 구실잣밤나무군집인 군집 VI은 5개 조사구가 포함되었다.

2) 상대우점치

Table 3은 조사구별 평균상대우점치와 우점종의 규격을 분석한 결과 분리된 6개 군집의 층위별 상대우점치 및 평균상대우점치를 나타낸 것이다.

군집 I은 식생의 이차천이 초기에 등장하는 덩굴성 관목식생이 우점하는 군집으로 전체 24종의 출현종 중 청미래덩굴(I.P.: 32.48%)이 우점하였으며 멍석딸기(I.P.: 17.76%), 쫄레꽃(I.P.: 14.39%) 등이 주요 출현종이었다. 그 외 출현종으로 인동덩굴(I.P.: 9.80%), 땃대이덩굴(I.P.: 4.41%) 등의 덩굴성 관목과 동백나무(I.P.: 2.98%), 종가시나무(I.P.: 0.28%) 등의 상록활엽수종이 소규모로 분포하였다. 군집 II는 상록활엽수인 교목성상 수목이 관목층에서 우점하는 군집으로

Table 3. Importance percentage of six-communities in Seonheulgot

Species	Community I				Community II				Community III			
	C*	U*	S*	M*	C*	U*	S*	M*	C*	U*	S*	M*
<i>Kadsura japonica</i>	-	-	0.92	0.92	-	-	3.6	3.6	-	-	-	-
<i>Cocculus triobus</i>	-	-	4.41	4.41	-	-	1.39	1.39	-	-	2.31	0.39
<i>Camellia japonica</i>	-	-	2.98	2.98	-	-	6.81	6.81	38.53	20.72	6.23	27.21
<i>Trachelospermum asiaticum</i> var. <i>intermedium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.92	0.15
<i>Rubus parvifolius</i>	-	-	17.76	17.76	-	-	4.46	4.46	-	-	4.99	0.83
<i>Daphne kiusiana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.28	0.05
<i>Elaeagnus umbellata</i>	-	-	1.11	1.11	-	-	-	-	-	3.33	11.16	2.97
<i>Rhus chinensis</i> -	-	-	0.16	0.16	-	-	17.38	17.38	-	-	3.7	0.62
<i>Eurya japonica</i> -	-	-	0.2	0.2	-	-	2.24	2.24	-	34.99	17.33	14.55
<i>Mallotus japonicus</i>	-	-	-	-	-	-	4.36	4.36	-	-	-	-
<i>Lonicera japonica</i>	-	-	9.8	9.8	-	-	2.16	2.16	-	-	21.59	3.6
<i>Ardisia japonica</i>	-	-	-	-	-	-	5.87	5.87	-	-	-	-
<i>Quercus glauca</i> -	-	-	0.28	0.28	-	-	30.34	30.34	61.47	35.64	2.8	43.08
<i>Rosa multiflora</i> -	-	-	14.39	14.39	-	-	2.69	2.69	-	-	4.69	0.78
<i>Smilax china</i>	-	-	32.48	32.48	-	-	1.51	1.51	-	-	16.39	2.73

Table 3. (Continued)

Species	Community IV				Community V				Community VI			
	C*	U*	S*	M*	C*	U*	S*	M*	C*	U*	S*	M*
<i>Ilex integra</i>	6.39	3.64	13.81	6.71	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i>	15.96	0.98	0.62	8.41	54.95	7.07	4.91	30.65	44.1	1.55	-	22.57
<i>Kadsura japonica</i>	-	-	1.2	0.2	-	-	-	-	-	-	5.71	0.95
<i>Cocculus triobus</i>	-	-	0.14	0.02	-	-	2.33	0.39	-	-	0.21	0.04
<i>Camellia japonica</i>	-	16.86	18.43	8.69	-	7.24	28.97	7.24	2.78	21.72	13.73	10.92
<i>Trachelospermum asiaticum</i> var. <i>intermedium</i>	-	-	7.12	1.19	-	-	15.5	2.58	-	-	8.22	1.37
<i>Stauntonia hexaphylla</i>	-	-	1.01	0.17	-	-	-	-	-	0.68	13.57	2.49
<i>Rubus parvifolius</i>	-	-	0.35	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhus chinensis</i> -	-	-	-	-	-	1.85	-	0.62	-	0.51	-	0.17
<i>Eurya japonica</i>	-	10.5	4.2	4.2	-	1.33	9.36	2	-	8.78	0.83	3.07
<i>Mallotus japonicus</i>	2.9	6.48	-	3.61	3.27	1.85	-	2.25	8.32	1.62	4.8	5.5
<i>Ardisia japonica</i>	-	-	9.79	1.63	-	-	11.86	1.98	-	-	5.83	0.97
<i>Quercus glauca</i>	64.01	43.41	22.71	50.26	34.95	71.05	7.55	42.42	27.99	32.73	26.84	29.38
<i>Rosa multiflora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.21	0.04
<i>Smilax china</i>	-	-	0.44	0.07	-	-	-	-	-	-	0.51	0.09

* C: Canopy layer importance percentage, U: Understory layer importance percentage, S: Shrub layer importance percentage, M: Mean importance percentage

총 27종이 출현하였으며 종가시나무(I.P.: 30.34%)가 우점하면서 천이초기 또는 훼손된 자연림에서 출현하는 붉나무(I.P.: 17.38%)(김광택과 김지홍, 2000)의

우점치가 다소 높은 상태이었다. 또한 상록활엽수종인 동백나무(I.P.: 6.81%)와 자금우(I.P.: 5.87%), 명석딸기(I.P.: 4.46%), 예덕나무(I.P.: 4.36%) 등이 출현하

Table 4. The number of species and individual of sit-communities

(Unit: 200m²)

Division	Community	No. of species	No. of individual			
			C*	U*	S*	A*
Shrub	I	24	-	-	253	253
	II	27	-	-	146	146
Tree for small diameter	III (<i>Quercus glauca</i> - <i>Camellia japonica</i>)	16	-	17	180	197
Tree for middle diameter	IV (<i>Quercus glauca</i>)	29	25	40	129	194
	V (<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> - <i>Quercus glauca</i>)	20	26	31	52	109
Tree for large diameter	VI (<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> - <i>Quercus glauca</i>)	27	21	59	544	624

* C: Canopy layer, U: Understory layer, S: Shurb layer, A: Average

였다. 군집 III은 수고가 1.5~2.5m, 흉고직경이 4~8cm인 소경목 상록활엽수군집으로 교목층에서 증가시나무(I.P.: 61.47%)와 동백나무(I.P.: 38.53%) 2종이 분포하고 있었으며 아교목층에서는 증가시나무(I.P.: 35.64%), 사스레피나무(I.P.: 34.99%), 동백나무(I.P.: 20.72%) 등이 주요 출현종이었다. 관목층 우점종은 인동덩굴(I.P.: 21.59%), 사스레피나무(I.P.: 17.33%), 청미래덩굴(I.P.: 16.39%) 순이었고 명석딸기(I.P.: 4.99%), 짚레꽃(I.P.: 4.69%) 등 식생발달 초기단계 수종들이 출현하였다. 군집 IV와 군집 V는 수고 10m, 흉고직경이 7~12cm사이에서 분포하는 중경목의 상록활엽수군집으로 교목층, 아교목층, 관목층에서 모두 증가시나무가 우점하였으며 층위별 상대우점치는 각각 64.01%, 43.41%, 22.71%이었고 구실잣밤나무(I.P.: 15.96%)는 교목층에서 일부 출현하고 있었다. 또한 인근 동백동산에서 교목층을 형성하는 동백나무가 아교목층에서 상대우점치 16.86%, 관목층에서 18.43%로 비교적 높은 비율을 차지하였으며 상록활엽수림의 아교목층에서 출현하는 사스레피나무가 상대우점치 10.50%로 아교목층에서 분포하였다. 관목층에서는 난대림의 하층을 형성하는 감탕나무(I.P.: 6.71%), 마삭줄(I.P.: 1.19%) 등이 분포하였으며 천이초기나 훼손지에서 발생하는 종들은 관찰되지 않았다. 군집 V는 교목층에서 구실잣밤나무(I.P.: 54.95%)와 증가시나무(I.P.: 34.95%)가 우점하는 군집으로 아교목층에서는 증가시나무(I.P.: 71.05%)의 세력이 컸으며 관목층에서는 동백나무(28.97%)가 우점하는 가운데 마삭줄(I.P.: 15.50%), 자금유(I.P.: 11.86%) 등 상록활엽수림의 지피층에서 흔히 출현하는 종들이(김중홍 등, 1982) 주로 출현하였다. 군집 VI은 수고가 10~13m, 흉고직경이

15~25cm에서 분포하는 대경목의 상록활엽수군집으로 교목층에서 구실잣밤나무(I.P.: 44.10%)와 증가시나무(I.P.: 27.99%)가 우점하였으며 아교목층과 관목층에서 증가시나무와 동백나무가 주로 분포하였다.

선홍곶 초지지역 6개 군집의 층위별 상대우점치 분석결과 군집 I, II, III은 관목층에서 명석딸기와 청미래덩굴이 우점하면서 출현종의 밀도가 매우 낮은 상태이었고 군집 IV, V, VI은 증가시나무, 구실잣밤나무의 군집구조와 유사한 층위별 종구성을 나타내었다(오구관과 최송현, 1993; 오구관과 김용식, 1996). 이들 군집은 각각 다른 천이단계에 해당하는 것으로 군집 I, II, III은 방목초지가 방지되어 목본이 발달하는 유형이며 군집 IV, V, VI은 기존의 상록활엽수림이 천이를 진행하는 유형으로 판단되었다.

3) 종수 및 개체수

단위면적당(200m²) 군집별 종수 및 개체수를 살펴보면(Table 4) 군집 I과 군집 II는 관목식생이 각각 24종, 27종 출현하였으며 흉고직경이 4~8cm인 군집 III은 16종이 출현하였고 아교목층에서 17개체, 관목층에서 180개체가 분포하였다. 흉고직경이 7~12cm인 군집 IV, 군집 V의 출현종은 각각 29종, 20종이었으며 교목층 개체수는 25~26개체, 아교목층은 31~40개체이었다. 군집 VI은 흉고직경이 15~25cm로 출현종은 27종이었으며 교목층 21개체, 아교목층 59개체, 관목층 544개체가 출현하였다. 군집별 종수는 천이초기단계와 상록활엽수림이 성숙한 군집일수록 다소 증가하였으며 중경목군집보다 대경목군집에서 교목층 개체수가 감소하고 아교목층과 관목층의 개체수가 증가하였다.

Table 5. The diversity index of Shannon of six-communities in Seonheulgot (Unit: 200m²)

Division	Community	H' (shannon)	J' (evenness)	D' (dominance)	H' max
Shrub	I	0.9904	0.7176	0.2824	1.3802
	II	1.2630	0.8824	0.1176	1.4314
Tree for small diameter	III (<i>Quercus glauca</i> - <i>Camellia japonica</i>)	0.9318	0.7739	0.2261	1.2041
Tree for middle diameter	IV (<i>Quercus glauca</i>)	0.9958	0.6809	0.3191	1.4624
	V (<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> - <i>Quercus glauca</i>)	1.0415	0.7997	0.2003	1.3010
Tree for large diameter	VI (<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> - <i>Quercus glauca</i>)	0.8763	0.6122	0.3878	1.4314

4) 종다양도 및 유사도 지수

선홍꽃 초지지역의 6개 군집에 대해 단위면적 200 m²당 Shannon의 종다양도지수를 분석한 결과(Table 5) 0.8763~1.2630으로 비교적 낮은 값을 보였으며 대경목 구실잣밤나무-종가시나무군집(군집 VI)의 종다양도지수가 0.8763으로 가장 낮았고 상록활엽수종이 출현하는 관목림인 군집 II가 1.2630으로 가장 높았다.

Table 6은 6개 군집에 대해 유사도지수 분석을 실시한 것이다. 중경목의 종가시나무가 우점하는 군집 IV와 대경목 구실잣밤나무-종가시나무군집(군집 VI)의 유사도지수가 73.82%로 가장 높았으며 이 외 중경목과 대경목 상록활엽수림인 군집 IV, V, VI의 유사도지수가 높았고 관목림(군집 I, II)과 소경목 종가시나무-동백나무군집(군집 III)은 군집간 유사도지수가 매우 낮은 상태였다.

3. 생육밀도 및 층위구조 분석

1) 군집별 생육밀도

선홍꽃 초지지역의 천이경향을 고려하여 상록활엽수림으로 복원하기 위하여 군집별 주요 상록활엽수림 구성종의 생육밀도를 층위별로 분석하였다. Table 7은 각 군집의 100m²당 구실잣밤나무, 종가시나무, 동백나무, 사스레피나무 4종의 출현개체수를 나타낸 것으로 교목층에서는 구실잣밤나무가 평균 1.6~5주로 적은 개체가 생육하는 반면 종가시나무가 전체 군집에서 4~14.3주의 비교적 높은 밀도를 형성하고 있었다. 아교목층과 관목층 또한 전체 군집에서 종가시나무의 밀도가 높았으며 동백나무(2.9~4.5주)가 사스레피나무(2.5주)보다 고밀도로 생육하고 있었다.

2) 군집별 수관투영도 및 층위구조

선홍꽃 초지지역의 군집별 생육상태 분석을 위하여 대표지역의 수관투영도와 층위구조도를 작성하였다. 군집별로 살펴보면 Figure 3은 관목림인 군집 I(조사구 1)의 수관투영도를 나타낸 것으로 청미래덩굴, 인동덩굴, 멧석딸기 등 15종의 목본식물이 조사구 전체에 분산되어 분포하였으며 그 외 지역은 참역새 등 건조

Table 6. The similarity index of six-communities in Seonheulgot

Division	Community	Shrub		Tree for small diameter	Tree for middle diameter	
		I	II	III (<i>Quercus glauca</i> - <i>Camellia japonica</i>)	IV (<i>Quercus glauca</i>)	V (<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i>)
Shrub	II		3.30			
Tree for small diameter	III (<i>Quercus glauca</i> - <i>Camellia japonica</i>)	6.87	9.95			
Tree for middle diameter	IV (<i>Quercus glauca</i>)	0.61	9.07	18.79		
	V (<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> - <i>Quercus glauca</i>)	0.85	9.23	19.65	73.82	
Tree for large diameter	VI (<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> - <i>Quercus glauca</i>)	0.41	9.10	18.55	67.05	72.62

Table 7. The rearing density of major species of sit-communities in Seonheulgot

(Unit: no. of individual/100m²)

Species	Community III			Community IV			Community V			Community VI		
	C*	U*	S*	C*	U*	S*	C*	U*	S*	C*	U*	S*
<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sie-voldii</i>				1~5 (1.6)*	2	1	1~8 (5)	2	-	1~4 (2)	1	-
<i>Quercus glauca</i>	1~2	5	6	1~18 (7.8)	3~11 (6.2)	2~33 (14.3)	2~9	6~20	2~4	4~5 (4)	5~8 (6.3)	15~60 (39)
<i>Camellia japonica</i>	1	14	4	-	2~6 (2.9)	1~10 (3.9)	-	1~3	1~5	-	2~8 (4.5)	1~4 (2.5)
<i>Eurya japonica</i>	-	1~15	1~6	-	1~6 (2.5)	1~6 (2.5)	-	1	2~3	-	1~2	1

* C: Canopy layer, U: Understory layer, S: Shurb layer, (): Average value

한 초본식물이 군집을 형성하였다. Figure 4는 소경목 상록활엽수림(군집 III)인 조사구 25의 수관투영도와 층위구조도로 수고가 5~6m인 종가시나무와 동백나무가 낮은 밀도로 수관층을 형성하였고 종가시나무, 동백나무, 사스레피나무 등이 관목층에서 분포하였다.

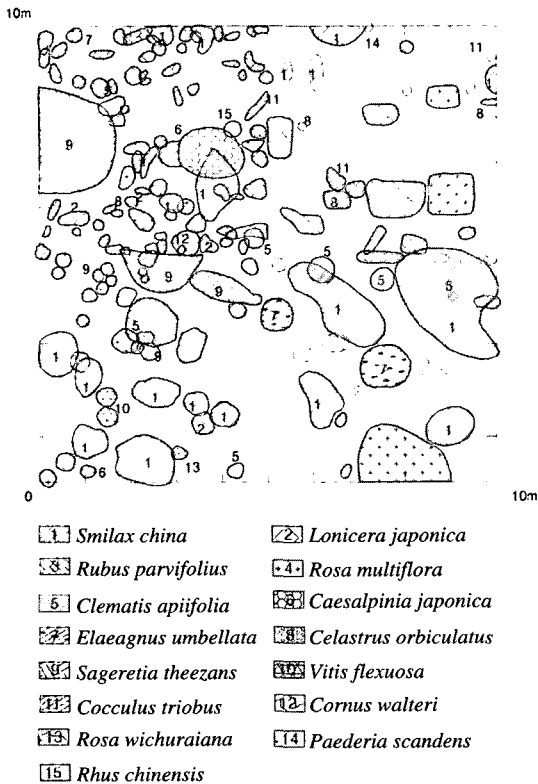
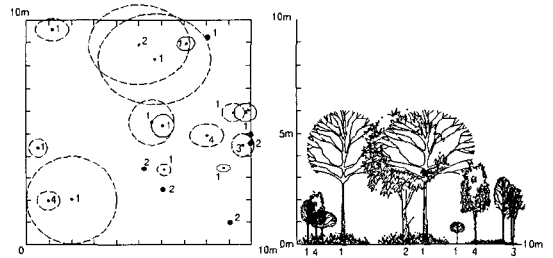


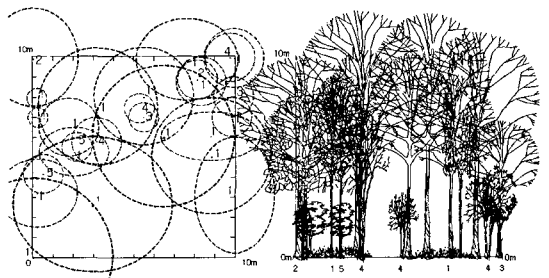
Figure 3. Crown projection map of Community I (Plot 1)

Figure 5는 중경목 종가시나무군집(군집 IV)인 조사구 11의 수관투영도 및 층위구조도로써 교목층의 밀도가 높고 아교목층은 동백나무와 사스레피나무 등이 낮은 밀도로 분포하고 있었다. Figure 6은 대경목 구실잣밤



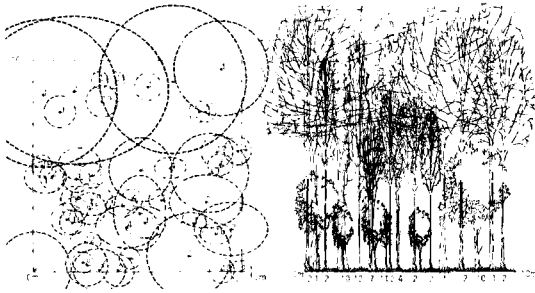
- 1. *Quercus glauca*
- 2. *Camellia japonica*
- 3. *Eurya japonica*
- 4. *Cudrania tricuspidata*

Figure 4. Crown projection and layer structure map of Community III (Plot 25)



- 1. *Quercus glauca*
- 2. *Ilex integra*
- 3. *Camellia japonica*
- 4. *Eurya japonica*
- 5. *Machilus japonica*

Figure 5. Crown projection and layer structure map of Community IV (Plot 11)



- | | |
|---|-------------------------------|
| 1. <i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> | 9. <i>Ilex rotunda</i> |
| 2. <i>Quercus glauca</i> | 10. <i>Camellia japonica</i> |
| 3. <i>Quercus salicina</i> | 11. <i>Eurya japonica</i> |
| 4. <i>Celtis sinensis</i> | 12. <i>Kalopanax pictus</i> |
| 5. <i>Stauntonia hexaphylla</i> | 13. <i>Cornus macrophylla</i> |
| 6. <i>Cinnamomum japonicum</i> | 14. <i>Sageretia theezans</i> |
| 7. <i>Neolitsea sericea</i> | 15. <i>Machilus japonica</i> |
| 8. <i>Rhus verniciflua</i> | |

Figure 6. Crown projection and layer structure map of Community VI (Plot 21)

나무-종가시나무군집(군집 VI)의 조사구 21로 교목층은 다소 불규칙적인 분포형태를 보이나 아교목층은 종가시나무와 동백나무가 높은 밀도로 생육하고 있었다.

4. 천이경향 추정

선홍꽃 초지지역의 군집유형별 식물군집구조와 층위구조 분석 등을 종합할 때 본 대상지는 방목초지에 목본이 침투하여 상록활엽수가 우점하는 군집으로 천이가 진행되는 유형과 방목지내 잔존하였던 소규모 상록활엽수림이 안정된 상록활엽수림으로 발달해 가는 유형의 크게 두가지로 구분되었다. 군집 I, II, III은 방목지내 식생발달지역으로 초지에서 덩굴성 관목림, 소경목 상록활엽수림으로 천이가 진행중이었으며 종가시나무, 동백나무가 주요 우점종이었다. 군집 IV, V, VI은 기존 상록활엽수림 잔존지역으로 구실잣밤나

무와 종가시나무가 우점하였으며 이는 난대 상록활엽수림의 천이계열 중 중간단계에 해당하였다(오구균과 조우, 1994; 오구균과 최송현, 1993). 특히 구실잣밤나무는 난대상록활엽수림 분포대의 남부해안에서 주로 분포하며 벌채된 산림이나 훼손지에서 주로 발달하는 특성이 있으므로 선홍꽃내 잔존림은 훼손된 상태에서 상록활엽수림 극상으로 천이가 진행중인 것으로 판단되며 인근 동백동산 상록활엽수림과 식생구조 및 종조성이 유사할 것으로 판단되었다.

선홍꽃 초지지역은 방목 중단이후 방치된 장형(長型)의 초지지역에 청미래덩굴, 멧석딸기 등이 선구식물로 분포하다가 종가시나무, 동백나무, 사스레피나무를 주요종으로 한 상록활엽수가 출현하여 소경목의 상록활엽수림으로 발달한 것으로 판단되었다. 선홍꽃은 곳자왈지역으로 지하수의 함유율은 높으나 전석지를 이루고 있어 난대상록활엽수림의 극상림으로 추정되는 육박나무림으로 진행할지는 앞으로 연구가 필요하였으며 잔존 상록활엽수림이나 동백동산과 유사한 종가시나무, 구실잣밤나무군집의 구조로 진행할 것으로 예상되었다.

5. 상록활엽수 식생복원 방안

1) 복원목표 설정

선홍꽃 초지지역의 원식생은 상록활엽수림으로 오랫동안 방목과 인간의 간섭에 의해 식생이 훼손되었으나 인근 상록활엽수림으로부터의 종자유입과 곳자왈이라는 지형적 특성에 의해 상록활엽수림으로 천이가 진행되는 것으로 추정되었으며 식물군집구조 분석 결과 선홍꽃 초지지역 내에 난대림의 천이단계 초기에서 극상단계까지의 식생이 형성되어 있는 것으로 판단되었다. 따라서 선홍꽃은 우리나라에서 생태적으로 중요하며 인위적 훼손에 의해 식생이 파괴된 곳을 중심으로 상록활엽수림으로 복원하기 위해 관리계획이 필요한 지역이었다.

Table 8. Target species and no. of individual for restoration community

Community	Species name (no. of individual)	
Layer	<i>Quercus glauca</i>	<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> - <i>Quercus glauca</i>
Canopy layer	<i>Quercus glauca</i> (8), <i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> (2)	<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> (5), <i>Quercus glauca</i> (5)
Understory layer	<i>Quercus glauca</i> (6), <i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> (2), <i>Camellia japonica</i> (3), <i>Eurya japonica</i> (3)	<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> (2), <i>Quercus glauca</i> (9), <i>Camellia japonica</i> (2), <i>Eurya japonica</i> (1)
Shrub layer	<i>Quercus glauca</i> (14), <i>Camellia japonica</i> (4), <i>Eurya japonica</i> (3)	<i>Quercus glauca</i> (3), <i>Camellia japonica</i> (3), <i>Eurya japonica</i> (3)

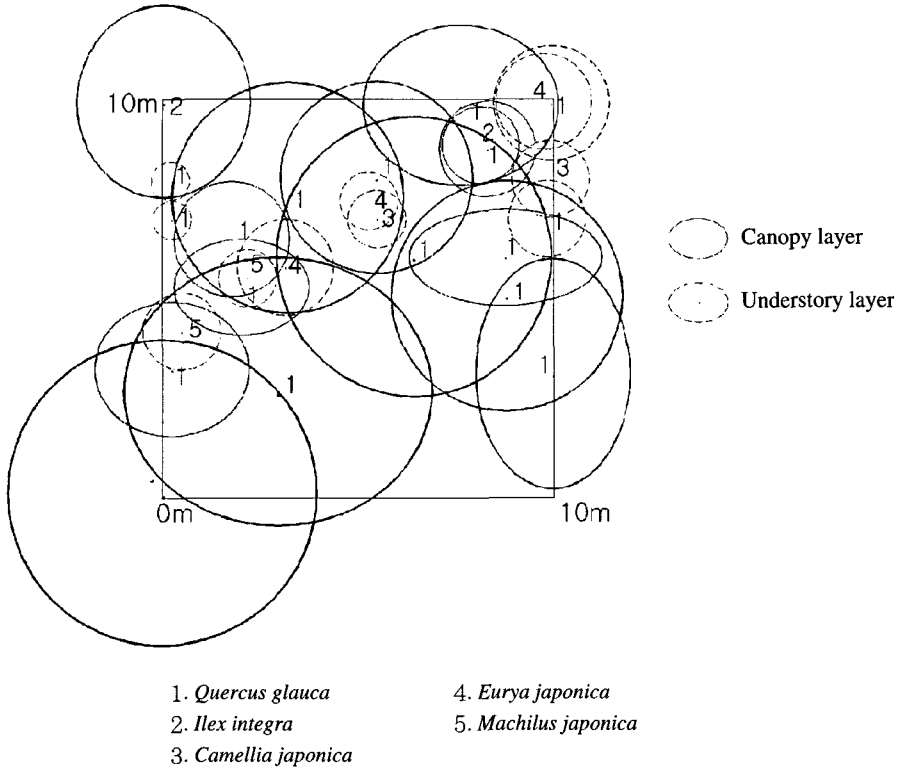


Figure 7. Crown projection of community of *Quercus glauca* in Seonheulgot

훼손된 산림생태계의 복원에 있어서 대상지 주위의 산림생태계나 생태계 천이계열상 중간단계 또는 잠재 자연식생을 목표로 설정하는 것이 바람직하며(오구균과 김용식, 1997) 본 연구결과를 토대로 선홍꽃을 상록활엽수림으로 복원하기 위해서는 관목림을 난대림 식생발달의 중간단계인 종가시나무군집이나 구실잣밤나무군집으로 유도해야 한다. 그러나 내부에 동백동산이 위치하고 있으므로 선홍꽃 초지지역의 식생구조 특성상 방목초지와 잔존수림의 경우 천이단계와 종구성을 고려하여 동백동산의 종가시나무, 구실잣밤나무림의 구조를 모델로 한 후속연구를 진행한 후 식생의 천이단계와 훼손정도에 따라(박석근과 오구균, 2003) 다른 복원의 목표 및 방안을 수립해야 할 것이다.

2) 천이단계별 생육밀도

식생천이 단계별 상록활엽수의 밀도는 관목림의 경우 교목, 아교목층에서 100㎡ 당 3~4주로 낮은 밀도를 보이다가 중경목의 상록활엽수군집은 100㎡ 당 15~20주의 높은 밀도로 생육하며 대경목의 좀더 안정된 군집으로 발달하면 아교목층 이상의 상록활엽수

가 16주 정도 생육하는 것으로 조사되었다. Table 8은 복원목표가 되는 종가시나무군집과 구실잣밤나무-종가시나무군집의 교목층 수종과 아교목층 및 관목층 수목, 각 층위별 생육밀도를 산정한 것이며 100㎡ 내 수목생육 현황을(Figure 7) 참조할 때 교목층과 아교목층에서 17주의 종가시나무가 생육하고 있었고 동백나무, 사스레피나무 등 동반수종이 관찰되므로 이와 같은 형태로 식재 및 관리해야 할 것이다.

인 용 문 헌

김광택, 김지홍(2000) 임도 절토사면의 침입식생에 대한 계량 생태학적 분석. 산림과학연구 16: 1-16.
 김봉찬(1999) 제주도의 희귀 및 멸종위기 식물 현황. 한국자생식물보존회 자생식물 48권: 15-18.
 김종홍, 장석모, 임행진, 김용환(1982) 오동도 식물상에 관한 연구(I). 순천대학교 논문집, 1(1): 432-454.
 김철수, 오장근(1990) 다도해 해상국립공원내의 상록낙엽수림에 대한 식물사회학적 연구 - 외나로도의 식생

- 을 중심으로 -. 한국생태학회지 13(1): 181-190.
- 박석곤, 오구균(2002) 난온대 상록활엽수림 보전실태 및 복원(Ⅰ) - 상록활엽수림 분포 및 훼손등급 기준 -. 한국환경생태학회지 16(3): 309-320.
- 서귀포시(2000) 천자연 걸매생태공원 기본계획. 서귀포시, 156쪽.
- 송시태(2000) 제주도 암괴상 아아용암류의 분포 및 암질에 관한 연구. 부산대학교 일반대학원 박사학위논문, 118쪽.
- 오구균, 김용식(1996) 난대 기후대의 상록활엽수림 복원 모형(Ⅰ) - 식생구조 -. 환경생태학회지 10(1): 87-101.
- 오구균, 김용식(1997) 난대 기후대의 상록활엽수림 복원 모형(Ⅱ) - 사례지의 식생구조 -. 환경생태학회지 11(3): 334-351.
- 오구균, 박석곤(2003) 난온대 상록활엽수림 보전실태 및 복원(Ⅱ) - 사례지의 식생복원계획 -. 한국환경생태학회지 17(1): 71-82.
- 오구균, 조우(1994) 홍도 상록활엽수림 지역의 식물군집 구조. 응용생태연구 8(1): 27-42.
- 오구균, 최송현(1993) 난온대 상록수림지역의 식생구조와 천이계열. 한국생태학회지 16(4): 459-476.
- 임양재(1970) 한반도의 기후조건과 수종의 분포와의 관계에 관한 연구. 인천교육대학 논문집, 5: 315-336.
- 임양재, 김정산, 이남주, 이용범, 백광주(1990) 한라산 국립공원 식물군락의 식물사회학적 분류. 한국생태학회지 13(2): 101-130.
- 임양재, 이진화(1991) 한라산 국립공원 삼림식생의 우점도-다양성에 관하여. 한국생태학회지 14(3): 257-271.
- 제주도(2002) 제주통계연보. 제주통계담당관실
- 제주발전연구원(1998) 선홍 동백동산, 백서향 및 변산일엽 군락지 보존대책 및 활용방안 연구보고서. 제주발전연구원, 105쪽.
- Brower, J.E, J.H., Zar and C.N. von Ende(1997) Field and laboratory methods for general ecology. WCB/McGraw-Hill, 273pp.
- Curtis, J.T. and R.P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie forest border region of Wisconsin. Ecology 32: pp. 476-496.
- Pielou, E.C(1977) Mathematical ecology. John Wiley & Sons, New York, 385pp.
- Whittaker, R.H.(1956) Vegetation of the Great Smokey Mountains. Ecology Monogr 26: pp. 1-80.