

# 울진군(경북) 불영사계곡지역의 현존식생 및 식생구조<sup>1</sup>

강현미<sup>2</sup> · 최송현<sup>3\*</sup>

## Actual Vegetation and Vegetation Structure of the Bulyeongsa Valley Area in Uljin-gun(Gyeongbuk)<sup>1</sup>

Hyun-Mi Kang<sup>2</sup>, Song-Hyun Choi<sup>3\*</sup>

### 요약

울진군(경북) 불영사계곡은 자연생태계가 뛰어나고 금강소나무가 분포하는 곳이나 최근 국도 확장에 따라 자연생태계 정밀조사가 필요한 곳이다. 이에 불영사계곡 일대의 식생분포 및 구조를 알아보기 위하여 99개 조사구(단위면적 100m<sup>2</sup>)를 설치하고 식생분포 및 구조를 파악하였다. 상대우점치 분석 결과를 종합하면, 울진불영계곡 일대의 식생은 소나무가 광범위하게 우점종을 차지하고 있는 것으로 나타났으며, 부분적으로 굴참나무, 졸참나무 등이 소나무와 경쟁관계를 유지하고 있는 것으로 나타났다. 현존식생조사 결과 가장 넓게 분포하고 있는 군락은 소나무군락으로 전체 대상지의 47.75%를 차지하였고, 녹지자연도 분석결과 등급 8이 전체의 69.14%를 나타내었다. 이상의 결과를 종합하면, 울진 불영계곡 일대의 식생은 소나무가 광범위하게 우점종을 차지하고 있는 것으로 나타났으며, 부분적으로 굴참나무, 졸참나무 등이 소나무와 경쟁관계를 유지하고 있는 것으로 나타났다.

주요어 : 현존식생도, 식생분포, 녹지자연도

### ABSTRACT

The Bulyeongsa Valley in Uljin-gun(Gyeongbuk) has a unique beautiful landscape and plentiful ecosystem, and *Pinus densiflora* for. *erecta* is distributed widely. Recently as the widening of national road in Bulyeongsa Valley, comprehensive survey is needed. So to investigate the forest distribution and structure, ninety-nine plots were installed and surveyed. Each plot size is 100m<sup>2</sup>. Important percentage analysis of the summarize results, vegetation of Bulyeung valley is found out that dominant species is *Pinus densiflora* mainly and *Quercus variabilis* and *Quercus serrata* are compatitive relation with *Pinus densiflora* partially. The analysis results of the actual vegetation and degree of green naturality(DGN) showed that *Pinus densiflora* community is 47.75%, and DGN 8 is 69.14% in total. From the above results, vegetation of Bulyeongsa valley is found out that dominant species is *Pinus densiflora* mainly, and *Quercus variabilis* and *Quercus serrata* are competitive relation with *Pinus densiflora* partially.

**KEY WORDS : ACTUAL VEGETATION MAP, VEGETATION STRUCTURE, DEGREE OF GREEN NATURALITY**

1 접수 4월 30일 Received on Apr. 30, 2007

2 부산대학교 조경학과 환경생태연구센터 Environmental Ecology Center, Pusan National Univ., Miryang(627-706), Korea (mybab@lycos.co.kr)

3 부산대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Pusan National Univ., Miryang(627-706), Korea (songchoi@pusan.ac.kr)

\* 교신저자, Corresponding author

## 서론

울진군은 서쪽으로 높은 산간지대를 이루고, 동쪽 바닷가 가까이 갈수록 해발고가 낮아지는 서고동저의 지형을 이루고 있다. 백두대간에서 갈라진 낙동정맥의 축을 형성하고 있는 통고산(1,067m)을 비롯해 서쪽으로 길게 뻗은 태백산 줄기를 지나면서 외미산, 금장산, 백암산(1,004m) 등 해발 1,000m가 넘는 높은 산들이 우뚝 서 있고, 여기에 중앙으로 가면 장재산, 천축산, 대령산, 칠보산 등 해발 600m 정도의 산줄기가 이어지며 동쪽으로는 불과 200m 남짓한 구릉지를 형성하며 동해를 접하고 있다.

주요 조사대상지역인 불영사계곡은 울진군 서면, 근남면에 위치하며 길이 15km에 이르는 '한국의 그랜드 캐년'이라 불릴 정도로 장엄한 계곡이다. 자연생태계, 기암괴석과 깊은 계곡, 푸른 물이 아름다워 명승(6호)으로 지정되었다. 왕피천의 지류인 광천이 지반의 용기로 골짜기가 깊게 생겨 만들어져 생긴 천혜의 계곡으로, 신라 진덕여왕 때 의상(義湘)이 창건한 불영사가 있어 불영사계곡이라고도 부른다. 영주, 봉화과 연결되는 국도 36호선이 불영사계곡을 따라 울진과 연결되어 있으나 골곡 및 경사가 심하고, 급하여 현재는 일부 선형조정 작업이 이루어지고 있다. 울진군에서는 지난 2000년부터 지역의 접근성을 높여 지역활성화를 꾀하고자 서면에서부터 울진까지 4차로 확장을 요구하였으나, 이 지역의 뛰어난 자연생태계에 미치는 영향을 고려하여 환경영향평가가 장기간 검토되었고, 2006년말 최종협의를 이뤄져 2008년부터 공사가 착공될 예정이다(울진군, 2007).

그동안 불영사계곡 일대를 대상으로 자연생태계 종합조사(한국자연보존협회, 1976) 및 금강소나무 조사(조재창, 1994; 김성덕과 송호경, 1995; 송호경 등, 1995; 환경부, 1997; 윤충원과 홍성천, 2000; 남부지방산림관리청, 2002a, 2002b; 김용식, 2003a, 2003b)가 주류를 이루어 왔다. 조재창(1994)은 울진 소광천일대의 금강소나무의 임분구조와 산불과 소나무의 생태를 밝혀 내었으며, 김성덕과 송호경(1995) 그리고 송호경 등(1995)은 소나무림의 동태에 대해 연구를 실시하였다. 특히, 김용식(2003a, 2003b)은 불영사계곡 일대의 금강소나무림을 중심으로 분포와 식생구조 등을 보고하였다. 대부분의 연구는 울진군이라고 하는 광범위한 지역에서 이뤄졌으며, 이러한 연구결과를 불영사계곡을 중심으로 식생구조와 현존식생을 밝히려는 본 연구에 직간접적으로 많은 참고가 되었다.

본 조사지역인 울진 불영사계곡 일대에는 대부분이 소나무식생이며 아직은 인간의 간섭이 적고 생태적 가치가 높은 지역이다(녹색연합, 2001). 본 연구는 영주, 봉화군에서 울진군을 연결하는 36번 국도구간, 울진군 근남면 행곡리~하원리에 이르는 15km구간인 불영사계곡을 중심으로 식생의

분포와 구조의 조사분석을 통해 현존식생 및 식생구조를 밝히는 것이다.

## 조사구 설정 및 연구방법

### 1. 조사구 선정 및 조사 시기

울진 불영사계곡 일대를 대상으로 2004년 9월 12일 예비 답사, 2004년 9월 30일~10월 1일까지 1차, 2004년 12월 18일~21일까지 2차, 2005년 4월 14일~17일까지 3차에 걸쳐 본 조사를 실시하였다. 조사 대상지는 36호선 국도의 확장 혹은 신설의 가능성을 고려하여 불영사계곡을 중심으로 충분한 범위가 되도록 울진군의 의견을 들어 약 129km<sup>2</sup>로 확정하였으며, 설치된 조사구는 99개이고, 각 조사구는 10m×10m(100m<sup>2</sup>) 크기로 식생조사를 실시하였다.

연구대상지는 불영사계곡을 중심으로 CAD를 이용하여 산출한 면적 128,856,800m<sup>2</sup>에 걸쳐 설정되었다. 이 지역의 연평균기온은 12.5℃이며, 연평균강수량은 1,059.1 mm로 나타났다(울진기상관측소, 1978~2000), 대상지의 연평균상대 습도는 66.7%이며, 연평균풍속은 3.6m/s였다(울진기상관측소, 1997~2002).

### 2. 조사 및 분석 방법

#### 1) 식생 및 환경요인 조사

울진 불영사계곡의 식생분포 및 구조조사를 위하여 산림청 3차 임상도를 바탕으로 대표적인 식생 및 입지환경의 변화가 있는 지역을 중심으로 조사구를 설정하였다. 식생 조사는 교목층, 아교목층, 관목층으로 나누어 수관층위별로 조사를 실시하였으며, 상층수관을 이루는 수목을 교목층으로, 흉고직경 2cm이하의 수목을 관목층으로, 기타 수목을 아교목층으로 구분하였다. 교목층과 아교목층에서는 수목을 10m×10m크기 방형구에서 수목의 흉고직경을, 관목층에서는 각 방형구에 5m×5m크기로 중첩해서 설치한 소형 방형구 1개소에서 수목의 수관폭(장변×단변)을 조사하였다. 각 조사지의 일반적 개황으로는 지형적 위치, 고도, 경사도, 울폐도, 수고, 종수 등을 조사하였다.

#### 2) 식생구조 분석

식생조사 자료를 토대로 각 수종의 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치(Importance Value; I.V.)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치(Brower and Zar, 1977)를 수관층위별로 분석하였다. 상대우점치(Importance Percentage; I.P.)는 (상대밀도+상대피도+상대빈도수)/3로 계산하였으며, 개체들의 크기를 고려

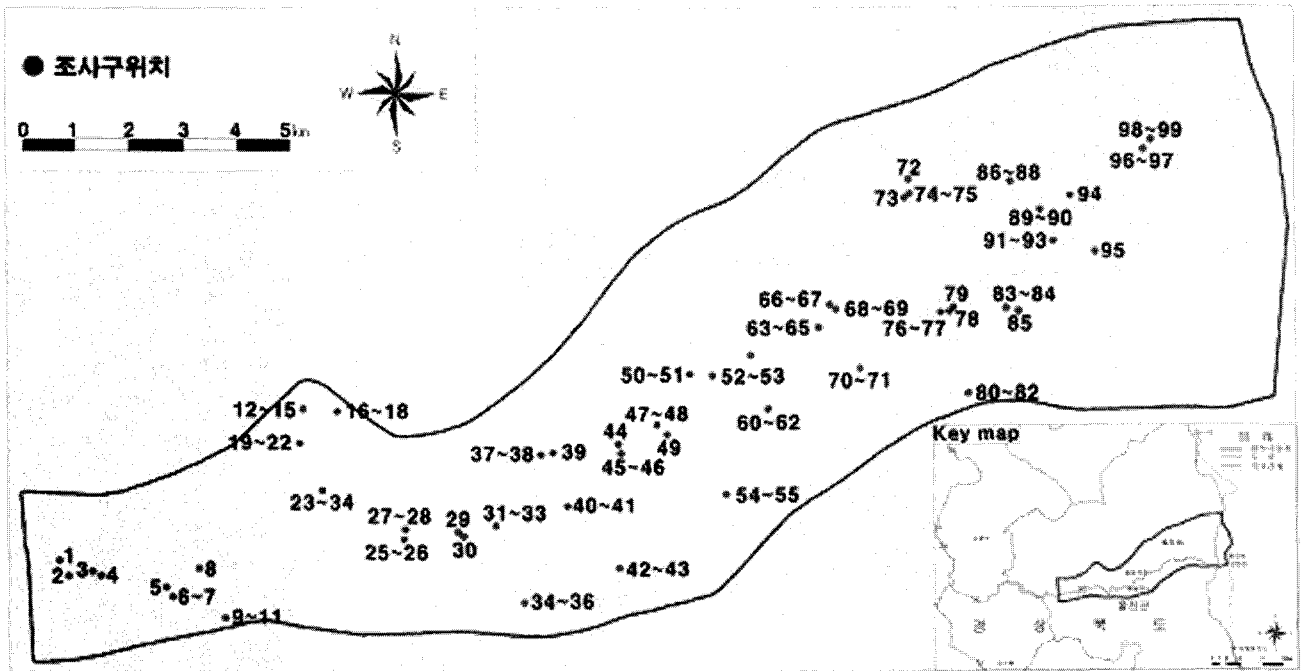


Figure 1. Map of the survey plots in the Bulyeongsa Valley Area in Uljin-gun

하여 수관층위별로 가중치를 부여한 (교목층 I.P.×3+아교목층 I.P.×2+관목층 I.P.×1) /6으로 평균상대우점치(Mean Importance Percentage; M.I.P.) 를 구하였다.

상대우점치 분석 자료를 토대로 TWINSpan에 의한 classification분석(Hill, 1979b)과 DCA ordination (Hill, 1979a)분석을 실시하였다. 식생자료를 토대로 유사도를 비교·분석하였고, Whittaker(1956)의 수식을 이용하여 유사도 지수(Similarity Index)를 분석하였다.

### 3) 연륜 및 성장량 조사

조사구에서 우점종 중 평균흉고직경에 해당하는 수목 혹은 대표적인 수목을 선정하여 지상으로부터 1.2m높이에서 성장추를 이용하여 목편을 추출하였다. 추출한 목편은 분석하여 수목의 수령 및 성장상태를 파악하였다.

### 4) 현존식생 및 녹지자연도 조사

대상지의 현존식생을 파악하기 위하여 1/25,000 지형도와 임상도(1/25,000)를 기초로 직접 현장에서 식생상관(vegetational physiognomy)과 식물군락을 조사하여 작성하였다. 임상의 경계는 2000년 산림청에서 발행된 첫(항공촬영: 1992~1993, 수정: 1994~1995)을 기본으로 하였다. 대상지가 광범위하여 현존식생도 작성에 필요한 세부 사항은 오구균 등(2004)의 방법을 사용하였다.

녹지자연도는 현존식생도를 중심으로 지형도상 토지이

용현황, 임령 등을 참조하여 녹지자연도를 사정하였다. 녹지자연도는 기존 환경부의 녹지자연도 등급 기준과 진희성(1996)의 등급별 평가기준을 사용하였다. 현존식생과 녹지자연도의 도면작성 및 산출은 AutoCAD 2004와 ArcView 3.0을 활용하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 식생구조

#### 1) Classification 및 ordination 분석

전체 99개 조사구에 대해 군락을 분류하기 위해 classification분석과 ordination분석을 실시하였다. Classification분석은 TWINSpan(Figure 2)을, ordination은 DCA(Figure 3)기법을 적용하여 분석을 실시하였다.

Classification분석결과 전체 8개 군락으로 분리되었으나, 이를 ordination분석결과와 상호비교하면 불영사계곡지역의 소나무군락은 대체로 유사한 환경구배로 국소적인 환경차이에 따른 종조성 차이가 아교목층 및 관목층에서 주로 나타난다. Table 1은 classification분석에 따른 군락별로 층위별 종조성을 상대우점치로 표현한 것이다. 리기다 소나무가 인공림으로 식재된 군락 VIII을 제외하면, 전체적으로 교목층에 소나무가 우점하는 가운데, 미세입지별로 아교목층

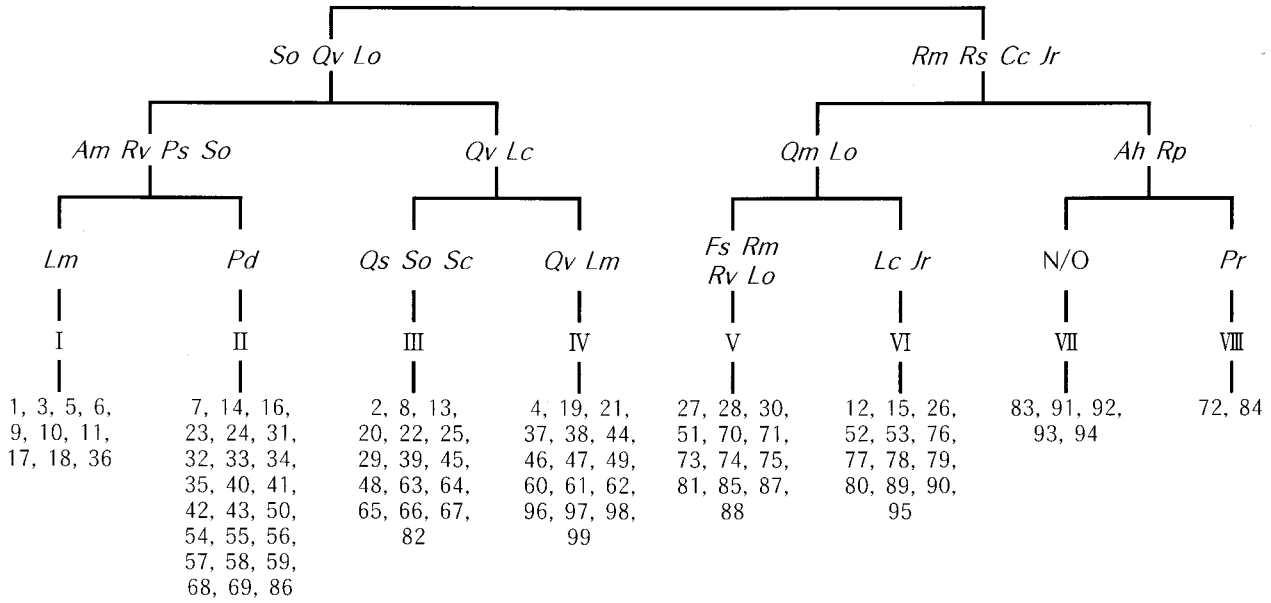


Figure 2. The dendrogram of classification by TWINSPLAN using ninety nine plots in the Bulyeongsa Valley Area in Uljin-gun(So: *Styrax obassia*, Qv: *Quercus variabilis*, Lo: *Lindera obtusiloba*, Rm: *Rhododendron mucronulatum*, Rs: *Rhododendron schlippenbachii*, Cc: *Castanea crenata*, Jr: *Juniperus rigida*, Ap: *Acer pseudosieboldianum*, Rv: *Rhus trichocarpa*, Ps: *Prunus sargentii*, Qm: *Quercus mongolica*, Ah: *Alnus hirsuta*, Rp: *Robinia pseudoacacia*, Qv: *Quercus variabilis*, Lc: *Lespedeza cryptobotrya*, Lm: *Lespedeza maximowiczii*, Pd: *Pinus densiflora*, Qs: *Quercus serrata*, Sc: *Smilax china*, Fs: *Fraxinus sieboldiana*, Pr: *Pinus rigida*, N/O: Non observation)

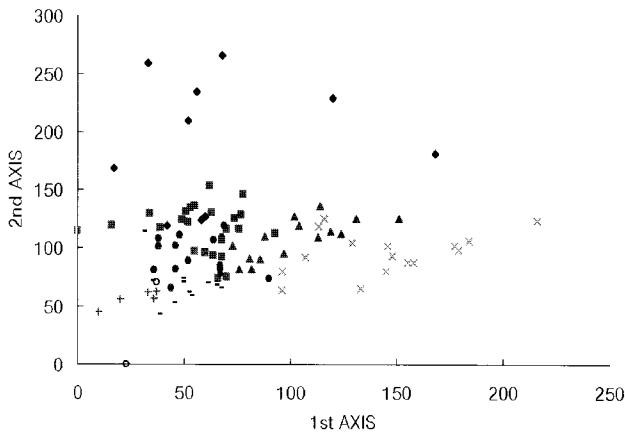


Figure 3. DCA ordination of ninety nine plots in the Bulyeongsa Valley Area in Uljin-gun

- ◆: *Pinus densiflora* community-1(I),
- : *P. densiflora* community-2(II),
- ▲: *P. densiflora* community-3(III),
- ×: *P. densiflora* - *Quercus variabilis* community(IV),
- : *P. densiflora* community-4(V),
- : *P. densiflora* community-5(VI),
- + : *P. densiflora* community-6(VII),
- : *P. densiflora* - *Pinus rigida* community(VIII)

및 관목층에서 굴참나무(군락 I 과 IV), 졸참나무(군락 III), 신갈나무(군락 I)가 소나무와 경쟁관계를 형성하고 있는 것을 알 수 있다.

Classification 분석결과에 따른 군락분리결과와 유사성을 살펴보기 위해 유사도지수분석을 실시하였다(Table 2). 유사도지수는 양군락간의 상이성 혹은 유사성을 나타내는 지표이다. 모든 군락이 소나무가 우점종이기는 하나 부수종에 따라 유사도지수가 낮게는 30.62%에서 높게는 83.34%까지 다양하게 나타났다.

이러한 울진 불영사계곡지역의 식생구조 경향은 선행연구인 김성덕과 송호경(1995), 송호경 등(1995), 이중효와 홍성천(2004)의 연구결과와도 일치한다. 연구내용과 대상지의 크기 및 조사구 숫자가 비슷한 이중효와 홍성천(2004)은 이 지역이 소나무가 우점하는 지역이며 미세입지별 차이가 난다고 보고하였다. 그보다 앞서 송호경 등(1995)은 소나무 및 금강소나무의 미세입지별 차이를 DCCA분석을 통해 규명한 바 있다. 윤충원과 홍성천(2000)은 classification 분석과 ordination 분석이 상호보완적으로 사용되고 있는 추세에서 환경요인간의 미세한 차이를 통해 군집에 내재된 경향을 파악하는 연구로 금강소나무 군락을 대상으로 유사한 연구

Table 1. Importance percentage of major woody species by the stratum in each community

Comm.	Species	Layer					Species	Layer				
			C <sup>1</sup>	U	S	M			C <sup>1</sup>	U	S	M
I	<i>Pinus densiflora</i>		41.66	0.45	0.00	20.98	<i>Betula schmidtii</i>		4.76	0.00	0.00	2.38
	<i>Quercus mongolica</i>		9.62	20.35	3.69	12.21	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>		3.64	0.64	0.00	2.03
	<i>Quercus variabilis</i>		21.18	0.00	0.00	10.59	<i>Rhus trichocarpa</i>		0.00	4.73	1.06	1.75
	<i>Styrax obassia</i>		0.00	16.98	2.96	6.15	<i>Rhododendron mucronulatum</i>		0.00	3.95	1.66	1.59
	<i>Lespedeza maximowiczii</i>		0.00	1.92	29.98	5.64	<i>Fraxinus sieboldiana</i>		0.00	3.42	2.41	1.54
	<i>Prunus sargentii</i>		5.85	6.73	0.00	5.17	<i>Magnolia sieboldii</i>		0.00	4.46	0.00	1.49
	<i>Acer pseudosieboldianum</i>		0.00	11.80	6.27	4.98	<i>Carpinus laxiflora</i>		2.76	0.00	0.00	1.38
	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>		0.00	4.97	16.48	4.40	<i>Hydrangea serrata</i> for. <i>acuminata</i>		0.00	0.00	8.06	1.34
	<i>Lindera obtusiloba</i>		0.00	4.65	12.11	3.57	<i>Pinus koraiensis</i>		1.15	1.46	0.00	1.06
	<i>Tilia amurensis</i>		3.51	4.92	0.17	3.42	Others		1.77	6.63	15.01	5.62
	<i>Quercus serrata</i>		4.10	1.92	0.15	2.72						
II	<i>Pinus densiflora</i>		95.68	20.32	0.00	54.61	<i>Acer pseudosieboldianum</i>		0.00	4.79	3.18	2.13
	<i>Quercus serrata</i>		1.07	14.91	8.80	6.97	<i>Lindera obtusiloba</i>		0.00	2.06	7.66	1.96
	<i>Styrax obassia</i>		0.00	10.55	13.06	5.69	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>		0.00	1.43	4.68	1.26
	<i>Quercus mongolica</i>		0.76	13.58	2.48	5.32	<i>Prunus sargentii</i>		0.40	2.46	1.07	1.20
	<i>Fraxinus sieboldiana</i>		0.00	7.54	15.16	5.04	<i>Quercus variabilis</i>		0.00	2.25	1.65	1.03
	<i>Rhus trichocarpa</i>		0.00	6.62	3.58	2.80	Others		2.10	13.46	22.78	9.34
	<i>Smilax china</i>		0.00	0.00	15.92	2.65						
III	<i>Pinus densiflora</i>		82.55	20.40	0.87	48.22	<i>Styrax obassia</i>		0.00	3.90	5.43	2.21
	<i>Quercus serrata</i>		7.70	28.06	12.31	15.26	<i>Rhododendron mucronulatum</i>		0.00	1.20	6.96	1.56
	<i>Quercus variabilis</i>		9.74	14.51	5.29	10.59	<i>Smilax china</i>		0.00	0.00	8.96	1.49
	<i>Lindera obtusiloba</i>		0.00	4.08	13.81	3.66	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>		0.00	1.05	4.35	1.08
	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>		0.00	3.49	7.92	2.48	<i>Styrax japonica</i>		0.00	0.69	5.08	1.08
	<i>Fraxinus sieboldiana</i>		0.00	5.26	3.49	2.34	Others		0.01	11.35	23.73	7.73
	<i>Quercus mongolica</i>		0.00	6.01	1.80	2.30						
IV	<i>Pinus densiflora</i>		69.01	22.85	1.19	42.32	<i>Styrax obassia</i>		0.00	2.22	7.93	2.06
	<i>Quercus variabilis</i>		30.52	55.07	12.01	35.62	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>		0.00	1.43	9.18	2.01
	<i>Rhododendron mucronulatum</i>		0.00	2.54	23.86	4.82	<i>Quercus mongolica</i>		0.48	4.14	2.19	1.99
	<i>Lespedeza maximowiczii</i>		0.00	0.00	19.29	3.22	<i>Lindera obtusiloba</i>		0.00	1.46	4.29	1.20
	<i>Quercus serrata</i>		0.00	7.36	3.76	3.08	Others		0.01	2.93	16.30	3.68
V	<i>Pinus densiflora</i>		95.49	40.23	0.16	61.18	<i>Quercus serrata</i>		0.00	5.45	4.41	2.55
	<i>Fraxinus sieboldiana</i>		0.00	13.77	8.99	6.09	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>		0.00	0.53	12.56	2.27
	<i>Rhododendron mucronulatum</i>		0.00	2.63	29.79	5.84	<i>Alnus hirsuta</i>		2.14	1.45	1.26	1.76
	<i>Quercus mongolica</i>		0.71	9.02	6.69	4.48	<i>Quercus variabilis</i>		1.67	1.35	1.01	1.45
	<i>Rhus trichocarpa</i>		0.00	6.42	3.42	2.71	<i>Styrax japonica</i>		0.00	2.76	1.84	1.23
	<i>Lindera obtusiloba</i>		0.00	3.26	9.49	2.67	Others		0.01	13.13	20.38	7.77
VI	<i>Pinus densiflora</i>		94.23	53.40	1.61	65.18	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>		0.00	3.13	5.23	1.92
	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>		0.00	1.22	30.08	5.42	<i>Fraxinus sieboldiana</i>		0.00	2.17	5.23	1.60
	<i>Quercus mongolica</i>		1.18	9.96	5.04	4.75	<i>Alnus hirsuta</i>		1.00	2.64	0.28	1.43
	<i>Robinia pseudoacacia</i>		1.40	9.45	0.00	3.85	<i>Castanea crenata</i> var. <i>dulcis</i>		0.00	1.79	4.97	1.43
	<i>Rhododendron mucronulatum</i>		0.00	3.09	14.20	3.40	<i>Smilax china</i>		0.00	0.00	6.53	1.09
	<i>Juniperus rigida</i>		0.00	7.40	3.51	3.05	Others		0.97	3.12	17.64	5.88
	<i>Quercus serrata</i>		1.22	2.63	5.68	2.43						
VII	<i>Pinus densiflora</i>		100.00	39.71	0.00	63.24	<i>Rhus trichocarpa</i>		0.00	6.33	4.81	2.91
	<i>Alnus hirsuta</i>		0.00	22.16	2.40	7.79	<i>Rhododendron mucronulatum</i>		0.00	1.35	7.94	1.77
	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>		0.00	0.68	31.98	5.56	<i>Smilax china</i>		0.00	0.00	9.20	1.53
	<i>Castanea crenata</i> var. <i>dulcis</i>		0.00	7.98	14.37	5.06	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>		0.00	0.67	6.36	1.28
	<i>Robinia pseudoacacia</i>		0.00	13.55	2.31	4.90	Others		0.00	1.07	15.84	2.99
	<i>Fraxinus sieboldiana</i>		0.00	6.50	4.79	2.97						
VIII	<i>Pinus densiflora</i>		33.01	47.30	16.83	35.08	<i>Quercus mongolica</i>		0.00	4.28	5.98	2.42
	<i>Pinus rigida</i>		66.99	2.51	3.18	34.86	<i>Rhus trichocarpa</i>		0.00	4.71	2.13	1.93
	<i>Robinia pseudoacacia</i>		0.00	21.90	0.00	7.30	<i>Quercus serrata</i>		0.00	0.00	10.74	1.79
	<i>Alnus hirsuta</i>		0.00	10.86	7.77	4.92	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>		0.00	0.00	7.47	1.25
	<i>Lespedeza bicolor</i>		0.00	1.73	17.94	3.57	Others		0.00	4.20	17.82	4.35
	<i>Fraxinus sieboldiana</i>		0.00	2.51	10.14	2.53						

<sup>1</sup> C: Importance percentage in Canopy layer, U: Importance percentage in Understory layer, S: Importance percentage in Shrub layer, M: Mean importance percentage

Table 2. Similarity index among eight communities in the Bulyeongsa Valley Area in Uljin-gun

Community	1	2	3	4	5	6	7
2	50.84						
3	51.34	72.88					
4	45.86	55.37	66.69				
5	40.94	78.87	68.77	57.90			
6	37.95	70.51	63.76	55.40	81.76		
7	31.97	66.85	59.22	48.38	76.32	83.34	
8	30.62	46.34	45.18	42.86	48.00	49.45	51.78

를 수행하였다.

Table 3은 조사구 단위면적당 출현 종수 및 개체수 분석 결과를 나타낸 것이다. 개체수 분석에서 대상지역의 교목층은 평균 7.52±3.68개체, 아교목층에서는 24.22 ±13.81개체가 출현 하였다. 종수 분석에서는 교목층에서 1.58±0.83종, 아교목층에서 6.32±2.96종이 출현하는 것으로 분석 되었다.

2) 연륜 및 성장량 분석

Table 4와 Figure 4 및 5는 주요 식생별 대표적 수목을 선정하여 연륜 및 성장량 분석을 실시한 것이다. 수종별 차이는 있으나 대상지 전체를 볼 때, 가장 수령이 높게 나타난 것은 조사구 44의 소나무로 94년생으로 조사되었으며, 전체적으로 소나무는 21~94년생까지 다양하였다. 그 외 신갈나무 등 참나무류가 34~71년생으로 분포하는 것으로 조사되었다. 연평균 성장량을 살펴보면 연간 3~4mm 정도 성장하는 것으로 나타났는데, 이는 이중효와 홍성천(2004)의 연구와는 다소 상이한 것으로 본 연구결과의 성장량이 다소 높게 나타났다. 이는 표본추출의 차이일 수 있으므로 추후에 연륜성장 부분만 정밀하게 살펴볼 필요가 있겠다.

2. 현존식생도

연구 대상지에 대한 현존식생분포를 조사분석하였다

Table 3. Descriptive analysis of the number of species and individuals by layer in the Bulyeongsa Valley Area in Uljin-gun (Unit:100m<sup>2</sup>)

Descriptive analysis	No. of species			No. of individual		
	Tree	Undersrory	Shrub <sup>1</sup>	Tree	Undersrory	Shrub <sup>1</sup>
Mean	1.58±0.83	6.32±2.96	8.39±2.47	7.52±3.68	24.22±13.81	30.81±16.45
Median	1.00	6.00	8.00	7.00	21.00	28.00
Mode	1.00	5.00	8.00	8.00	19.00	31.00
Maximum	5.00	14.00	14.00	18.00	79.00	95.00
Minimum	1.00	1.00	3.00	1.00	2.00	5.00

<sup>1</sup> The unit area of shrub layer is 25m<sup>2</sup>

Site No. 11 *Quercus mongolica*

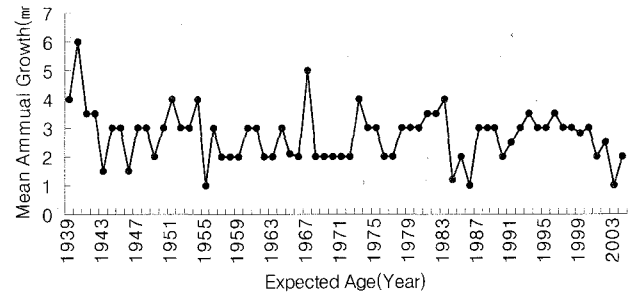


Figure 4. Annual growth pattern of *Quercus mongolica* of plot 11

Site No. 44 *Pinus densiflora*

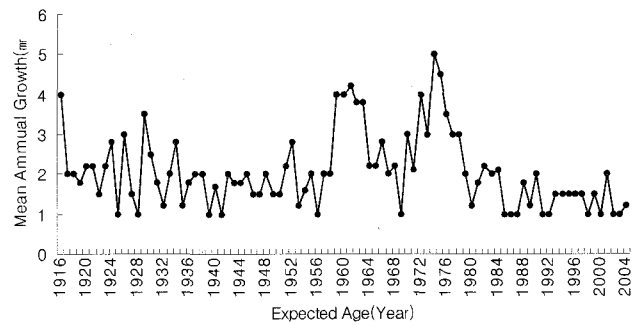


Figure 5. Annual growth pattern of *Pinus densiflora* of plot 44

(Figure 6). 현존식생도는 식생관리에 있어 가장 기초적인 자료이다(오규균 등, 2005). 울진 불영사계곡에서 가장 넓게 분포하고 있는 군락은 소나무군락으로 전체 대상지의 47.75%를 차지하고 있었다. 그 외 소나무-신갈나무군락이 9.64%, 소나무-굴참나무군락이 6.08% 분포하고 있었으며, 나머지는 5% 미만으로 나타났다(Table 5). 전체적으로 소나무가 우점종인 군락은 전체의 55.32%에 이르는 것으로

Table 4. The estimated age of major woody species in the Bulyeongsa Valley Area in Uljin-gun

Plot No.	Species	Height(H)	DBH(cm)	Expected Age(Year)	Mean Annual Growth(mm)
1	<i>Pinus densiflora</i>	25	42.5	50	3.88
2	<i>P. densiflora</i>	22	42	43	4.29
4	<i>P. densiflora</i>	22	48	71	2.88
7	<i>P. densiflora</i>	15	38	38	3.87
10	<i>Quercus serrata</i>	16	32	46	3.57
11	<i>Q. mongolica</i>	18	40	71	2.73
12	<i>P. densiflora</i>	20	43	63	2.72
22	<i>Q. variabilis</i>	18	28.5	53	1.54
30	<i>P. densiflora</i>	7	15	28	2.55
36	<i>P. densiflora</i>	15	30	32	4.35
40	<i>P. densiflora</i>	24	32	40	4.09
44	<i>P. densiflora</i>	20	51	94	2.06
57	<i>P. densiflora</i>	18	43	78	2.84
64	<i>P. densiflora</i>	12	24	21	5.71
67	<i>P. densiflora</i>	17	30.5	43	2.32
72	<i>Pinus rigida</i>	10	38	37	5.40
73	<i>P. densiflora</i>	20	36	44	4.20
78	<i>P. densiflora</i>	15	23	29	3.86
88	<i>P. densiflora</i>	13	31	51	2.38
92	<i>P. densiflora</i>	20	34	30	7.09
94	<i>P. densiflora</i>	15	24	42	3.38
96	<i>P. densiflora</i>	15	34	41	3.39
97	<i>Q. variabilis</i>	14	43.5	34	3.23

나타났다. 이미 소나무림에서 신갈나무, 졸참나무, 굴참나무 등으로 천이가 진행된 곳도 전체 7.72%였으며, 리기다소나무, 잣나무, 일본잎갈나무, 오리나무 등 인공조림지역도 전체의 3.72%를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

### 3. 녹지자연도

현존식생조사결과와 군집구조조사결과를 바탕으로 대상지내 녹지자연도 등급을 산정하고 면적 및 비율을 계산하였



Figure 6. The actual vegetation map of the Bulyeongsa Valley Area in Uljin-gun

Table 5. The types and area of actual vegetation of the Bulyeongsa Valley Area in Uljin-gun

Division	Community	Area(m <sup>2</sup> )	Ratio(%)
Natural Forest	<i>Pinus densiflora</i>	61,535,470	47.75
	<i>P. densiflora</i> - <i>Quercus mongolica</i>	13,552,047	10.51
	<i>P. densiflora</i> - <i>Q. variabilis</i>	8,682,162	6.74
	<i>P. densiflora</i> - <i>Q. serrata</i>	413,922	0.32
	<i>Q. mongolica</i>	2,706,844	2.10
	<i>Q. variabilis</i>	2,113,916	1.64
	<i>Q. serrata</i>	809,583	0.63
	<i>Q. mongolica</i> - <i>Q. variabilis</i>	2,845,856	2.21
	<i>Q. mongolica</i> - <i>Q. serrata</i>	1,462,617	1.14
	<i>P. rigida</i>	104,085	0.08
Afforested lands	<i>P. koraiensis</i>	1,828,519	1.42
	<i>Larix leptolepis</i>	2,650,269	2.06
	<i>Alnus hirta</i>	28,209	0.02
	<i>Betula costata</i>	99,724	0.08
	<i>Castanea crenata</i> var. <i>dulis</i>	78,935	0.06
	Cultivated land	2,193,878	1.70
	Nonforest land	935,708	0.73
Others	Irregularly stocked land	60,384	0.05
	Waste land	25,988	0.02
	Etc.	26,728,684	20.74
	Total	128,856,800	100.00

다(Figure 7, Table 6). 녹지자연도 사정결과 등급 8이 전체의 69.14%로 가장 넓은 비율을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 등급 9는 전체의 0.29%로 나타났다. 전체적으로 등급 8이상이 불영사계곡 연구대상지 전체의 72.28%를 차지함으로써, 불영사계곡 일대는 지형 및 경관적으로 천혜의 조건을 갖춘 곳으로 소나무군락이 광범위하게 분포하면서 높은 자연성을 가진 곳이라 할 수 있겠다.

#### 4. 관리방안

##### 1) 생태적 기법을 활용한 금강소나무 관리

불영사계곡을 중심으로 비교적 급경사지나 암반 등이 넓게 분포하고 있어 이곳에 생육하고 있는 금강소나무는 토지극상적 요소를 가지고 있어 추가적인 관리가 필요하지 아니하다.

그러나 기타의 지역에서는 금강소나무가 현재 교목층에서 절대적인 우점을 차지하고 있으나, 아교목층 및 관목층에서 졸참나무, 굴참나무 등이 점차 세력을 확장하고 있어 소나무에서 참나무류로의 천이가 예상되기도 한다.

과거 이 울진지역의 소나무들은 인위적인 지표화재나 기타의 요인에 의해 금강소나무 군락을 유지해온 기작이 보고된 바 있다. 그러나 최근에는 다각적인 노력으로 산불이 예

Table 6. The degree of green naturality(DGN) on the Bulyeongsa Valley Area in Uljin-gun

Degree	Area(m <sup>2</sup> )	Ratio(%)
1	28,132,413	21.83
2	2,211,444	1.72
3	79,328	0.06
6	5,164,621	4.01
7	128,568	0.10
8	89,094,325	69.14
8(9)	3,673,618	2.85
9	372,483	0.29
Total	128,856,800	100.00

방되고 있다는 것을 전제로 울진 불영계곡 일대의 식생경관을 어떻게 유지하는 가는 선택의 문제인 것이다.

그러므로 불영계곡 일대의 식생경관을 금강소나무 및 소나무 경관으로 유지하고자 한다면 식생조사결과를 바탕으로 생태적인 숲가꾸기 기법 등을 적용하여 경관을 유지할 수 있다.



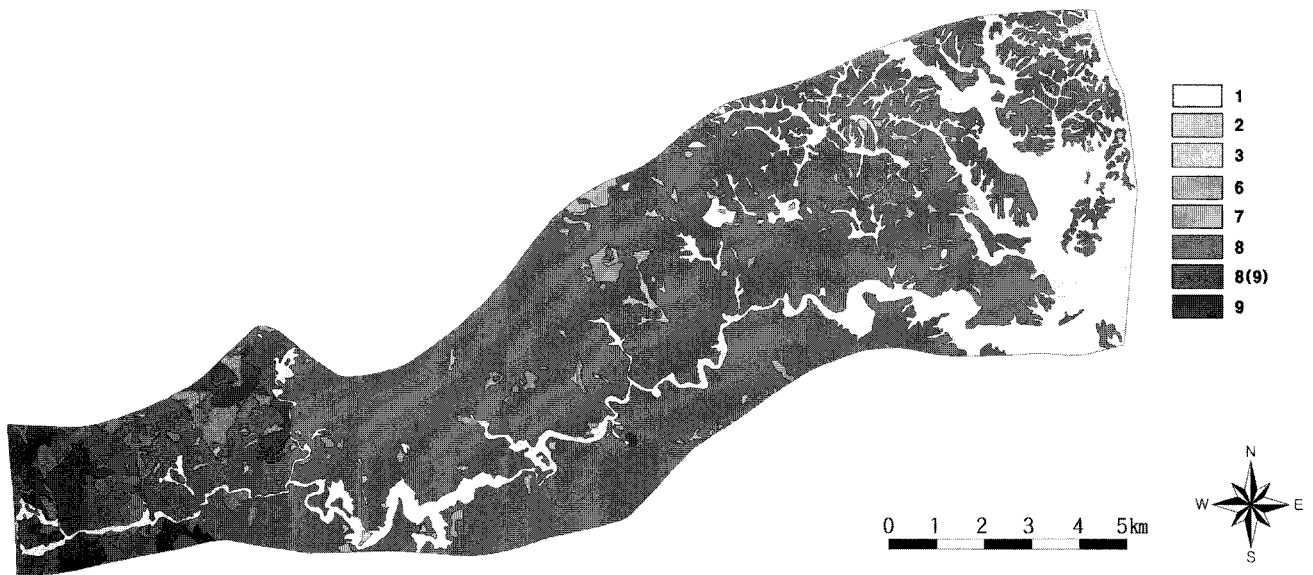


Figure 7. The map of degree of green naturality(DGN) of the Bulyeongsa Valley Area in Uljin-gun

2) 인공림 식생복원

울진 불영계곡 일대에는 일본잎갈나무 등 인공림이 대상지 전체의 약 4%를 차지하고 있다. 울진 불영계곡은 계곡 및 금강소나무 식생경관이 뛰어나며, 생태계의 다양성이 풍부한 곳이나 인공림은 경제적 목적을 상실했거나 이질적인 경관으로 남아 있으므로 추후 수종갱신을 통하여 주변의 식생과 맥락적으로 연결되는 식생복원작업이 이뤄져야 할 것이다.

인용문헌

김성덕, 송호경(1995) 경북 불영계곡 소나무(*Pinus densiflora*)림의 재생 과정에 관한 연구. 한국임학회지 84(2): 258-265.  
 김용식(2003a) 경상북도 지역 금강소나무 분포 및 식물상. 자원문제 연구논문집 22(1): 6-79.  
 김용식(2003b) 경상북도 지역의 금강소나무 군집구조. 자원문제연구 논문집 22(1): 103-112.  
 남부지방산림관리청(2002a) 소광리 산림유전자원보호림의 생태 임업적 관리방안. 1차년도. 155쪽.  
 남부지방산림관리청(2002b) 소광리 산림유전자원보호림의 생태 임업적 관리방안. 2차년도. 143쪽.  
 녹색연합(2001) 왕피천 자연생태환경 종합조사 보고서, 457쪽.  
 송호경, 김성덕, 강규관(1995) TWINSpan과 DCA에 의한 금강소나무 및 춘양목소나무군집과 환경의 상관관계 분석. 한국임학회지 84(2): 266-274.  
 오구균, 최송현, 박상규, 김성현(2004) 백두대간 남덕유산-소사고

개 구간의 현존식생과 녹지자연도. 한국환경생태학회지 18(2): 167-174.  
 오구균, 박상규, 심항용, 김태환(2005) 월악산국립공원의 현존식생 및 관리. 한국환경생태학회지 19(2): 119-129.  
 울진군(2007) <http://www.uljin.go.kr/>  
 윤충원, 홍성천(2000) 금강송림의 식생구조에 관한 정량적 분석. 한국생태학회지 23(3): 281-291.  
 이중효, 홍성천(2004) 불영사계곡 일대 소나무림의 군락유형과 개체군동태. 한국임학회지 93(1): 59-66.  
 조재창(1994) Stand Structure and Growth Pattern of *Pinus densiflora* S. et Z. and their Relationship to Forest in Sokwang-Ri, Uljin-Gun. 서울대학교 박사학위 논문, 101쪽.  
 진희성(1996) 식생 및 녹지자연도 조사 보고서, 환경부 395쪽.  
 한국자연보존협회(1976) 불영사계곡종합학술조사보고서 제10호, 33-38.  
 환경부(1997) 금강소나무 분포 정밀조사 결과보고서: 경북내륙지역 중심으로. 91쪽.  
 Brower, J. E., J. H. Zar(1977) Field and Laboratory Methods for General Ecology. Wm. C. Brown Company, 194pp.  
 Curtis, J.T., R.P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496.  
 Hill M.O.(1979a) DECORANA - a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ecology and Systematics, Cornell Univ., Ithaca, New York. pp. 52.  
 Hill M.O.(1979b) TWINSpan - a FORTRAN program for arrang-

ing multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Ecology and Systematics, Cornell Univ., Ithaca, New York. pp. 99.

Pielou, E.C.(1975) Ecological diversity. John Wiley & Sons, Inc,

New York. pp. 165.

Whittaker, R.H.(1956) Vegetation of the Great Smoky Mountains. Ecol. Monographs 26: 1-8.