

함양 상림 복원을 위한 입지특성 분석

박 재 현¹⁾

¹⁾ 진주산업대학교 산림자원학과

Analysis on the Site Characteristics for the Restoration of Sangrim Woodlands in Hamyang-Gun, Korea

Park, Jae-Hyeon¹⁾

¹⁾ Department of Forest Resources, Jinju National University, Jinju, Korea.

ABSTRACT

This study was conducted to establish a management plan for the Sangrim Woodlands restoration by analyzing the site characteristics of the Sangrim Woodlands Natural Monument(Natural Monument 154) in Hamyang-Gun, Gyoungsangnam-Do, Korea. Site preparation to enhance soil aeration should be applied because soil bulk density in all study sites was higher than soil compaction of natural forest soil area. Herbaceous plants could be introduced to hard soil strength for restoration of areas compacted by visitors. Also, visitors around forest areas should be restricted to enhance natural soil restoration. Soil pH in the Sangrim Woodlands was between 4.18 and 4.90. The values were lower than pH 5.34 of Korean forest soil originated from metamorphic parent materials. Lime fertilizer could be applied to reduce soil acidification in the woodlands. Short and long-term management plans such as periodical fertilizations to improve plant growth should be established to restore the Sangrim Woodlands which have high soil compaction, low soil pH and organic matter content.

Key Words : *Site preparation, Soil compaction, Restoration.*

I. 서 론

상림은 천연기념물 제 154호로 다른 천연기념물로 지정된 20여 곳의 숲 가운데 유일한 낙엽활엽수림으로 면적 205,824㎡의 대지에 120여 종의 활엽수 2만여 그루가 안정된 수림을 이루고 있다. 또한, 상림은 1,100년 전 최치원이 함양태수로 부임해서 조림한 우리나라 최초의 인

공림으로 경상남도 함양군 함양읍 대덕동에 위치한다. 이 숲은 지금과 같이 상림과 하림으로 구분된 것은 약 200년 전 숲의 가운데 부분이 황폐해진 후부터이며, 하림은 거의 파괴되고 현재 상림만이 남아 있다(문화공보부, 1973; 임경빈, 1993).

상림은 본래 독으로 물이 넘치는 것을 막는 방수림(防水林)으로 조성되었으나, 최근 운동장

을 조성하고 레크리에이션 장소로 활용되어 이용객에 의한 식생 및 토양훼손과 관리부채로 환경피해가 가중되고 있다.

따라서 함양군에서는 1994년부터 2001년까지 7년간 상림숲 보호를 위해 총 32억원의 예산을 투자 보호책 설치, 수목 외과수술 등 다양한 노력을 하였으나 아직도 함양 상림은 그 유명세와 함께 이용객의 과도한 답압으로 토양이 훼손되고 심하게 경화되어 식생 생장에 어려움을 겪고 있을 뿐만 아니라 계속되는 공해와 산성비 등으로 인하여 토양이 산성화됨으로써 이의 복원이 필요한 실정이다(함양군, 2002).

토양의 기계적인 답압은 토양의 용적밀도를 측정하여 분석하면 판단하기 쉬운데, 토양용적밀도는 산림작업시 지표토양의 훼손 및 경화로 인하여 발생하는 산림훼손을 판단하는 지표가 된다(Krag 등, 1986; 朴在鉉, 1995). 또한, 인위적 또는 기계적 답압으로 인하여 증가된 입도 및 작업로 토양의 용적밀도가 교란되지 않은 자연임지 상태로 회복되기 위해서는 약 20년 이상이 경과되어야 한다는 연구결과가 있는 반면(Sidle, 1980; Adams, 1981; Froehlich 등, 1985), 백운산 작업로의 경우 토양용적밀도의 회복에는 약 10년 정도가 필요하다는 보고도 있었다(禹保命 등,

1994a). 아울러 작업로 노면 토양의 용적밀도는 토양표층으로부터 15cm 깊이까지 영향을 받기 쉬우며, Sidle(1980)은 벌채작업에 따른 토양교란 후 토양용적밀도는 토양깊이 7.5cm에서 25~45%, 22.5cm에서 25%가 증가한다고 하였다.

산림벌채작업에 따라 훼손된 지역에서의 식생 회복은 경과년수 및 토양경도 등의 인자에 영향을 받게 되는데(金慶勳, 1994), 입도 및 작업로변에 침입되는 식생의 초기출현종은 주변식생의 영향을 많이 받는다(全僉雨와 吳在萬, 1992; 禹保命 등, 1994b). 특히 池龍起와 吳求均(2001)은 백운산 벌채지 산림내부에서 벌채 후 1년째에는 잔존수목인 쪽동백나무, 때죽나무, 비목나무가 우세했고, 벌채 후 6년째에는 근주 맹아목인 때죽나무, 비목나무, 두릅나무가 우세하다고 하였다. 따라서 이 연구는 함양 상림의 토양 및 입지 특성을 분석하여 상림 복원을 위한 기초적 관리 방안을 제시하고자 수행하였다.

II. 연구방법

1. 조사지 개황

상림의 토지이용현황 및 조사지 위치는 그림 1과 같다.

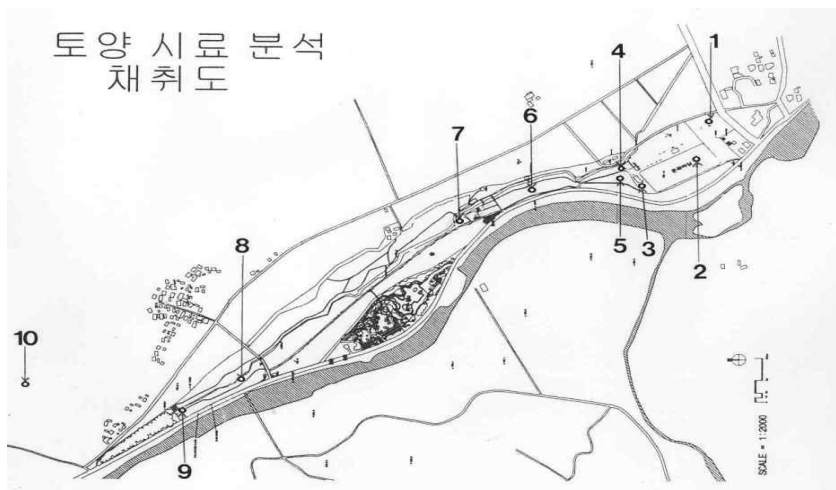


그림 1. 상림의 토지이용현황 및 조사지 위치.

(단, ① : 상림 입구 우측 숲, ② : 상림 다별당 앞 잔디밭, ③ : 상림 다별당 좌측 휴식터, ④ : 상림 다별당 좌측 화단 질경이 식재지, ⑤ : 상림 다별당 좌측 화단(둥굴레 식재지), ⑥ : 다별당 산책로 좌측, ⑦ : 상림 낙엽층 겹지 않은 사운정 앞, ⑧ : 상림 옛 소로, ⑨ : 상림 물레방아 옆 소로, ⑩ : 자연 산림지)

2. 연구방법

함양 상림의 위치별 토양의 경화 상태를 파악하기 위하여 10개소를 선정하였는데, 이는 인위적 답압이 진행된 활엽수림 지역, 인위적 답압이 적은 활엽수림 지역, 낙엽층을 걷어내고 초본류(둥굴레 등)를 식재한 곳, 낙엽층을 걷어내지 않고 초본류를 식재한 곳, 산책로, 잔디밭, 대조구(주변 해송 순림)인 산림지역으로 구분하였다. 즉, 위치별로는 상림 입구 우측 숲(①), 상림 다별당 앞 잔디밭(②), 상림 다별당 좌측 휴식터(③), 상림 다별당 좌측 화단 질경이 식재지(④), 상림 다별당 좌측 화단 둥굴레 식재지(⑤), 다별당 산책로 좌측(⑥), 상림 낙엽층 걷지 않은 사운정 앞(⑦), 상림 옛 소로(⑧), 상림 물레방아 옆 소로(⑨), 자연 산림지(⑩)에 대하여 토양조사를 수행하였다. 이 지역에 대하여 토양캔 100cc에 각기 2반복 표층 토양을 교란되지 않도록 채취한 후 pF측정기(DAIKI 1750)를 이용하여 토양의 수위함양능력을 분석하였다.

아울러 토양의 물리성을 측정하기 위하여 토양채취기(채토기)로 사용하는 토양 캔의 깊이에 적합하도록 각 조사구에서 토양깊이 10cm 정도에서 동일하게 토양시료를 채취하였으며, 채취한 100cc 토양을 건조기에서 105℃로 48시간 건조 후 토양수분함유율, 토양채취용적과 건조토양의 비율로 토양용적밀도, 토양의 삼상을 구하였다(藤原 등, 1996). 또한, 각 조사지에서 관입식 토양경도계(DIK-5520)를 이용하여 토양깊이별 토양경도를 각기 3반복 측정하였으며, 대조구로써 교란되지 않은 자연산림 지역을 상림과 근접한 산림에서 선정하여 조사지에서 조사한 방법과 동일하게 측정·분석하였다. 아울러 토양의 투수능을 측정하기 위하여 토양의 투수속도를 레이저로 측정하는 투수능측정기(DIK-4000)를 이용하여 투수속도를 구한 후 계산 값을 이용하여 토양의 투수계수를 측정하였다.

함양 상림 토양의 산성화 정도 및 토양의 화학성을 분석하기 위하여 조사지 토양 500g을 채취하여 토양의 pH, 유기물함량, 전질소, 치환성 양이온(K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}), 유효인산, 양이온치환능력 등을 분석하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 함양 상림의 이용 및 시설물 현황

1) 함양 상림지역의 자연 및 식생 현황

함양 상림은 해발 171~180m에 위치하며, 평탄하고 장방형으로 이루어져 있으며, 서쪽에는 위천(渭川)이 흐르고 동쪽에는 농경지가 분포하며 숲 안에는 대덕 저수지에서 흘러내리는 물이 폭 2~3m의 개천을 이루면서 흐르고 있다. 함양 상림은 1971년부터 2000년까지 30년간 산청기 상대 자료(기상청, 2001)에 따르면 연평균기온 12.7℃, 연간강수량 1,479.2mm, 한랭지수 -11.4℃, 온량지수 103.4℃로서 온대남부낙엽활엽수림(임경빈, 1985)의 특성을 지니고 있으며, 최근 2, 3년 내에 태풍 루사 및 매미로 집중호우가 내렸고 이로 인한 피해가 있었다(산림청, 2003).

경관적으로는 지형이 평탄하여 특징있는 경관이나 초점이 되어 시설을 끝마친 경관이 없고, 노거수로 이루어진 숲은 천개경관(Canopied Landscape)을 이루고 있다. 함양 상림에서 출현하는 수종은 전체 구역에 걸쳐 교목은 흉고직경 6cm 이상, 관목은 수고 1m, 수관폭 80cm 이상을 대상으로 전수 조사한 결과(함양군, 2002), 교목은 총 개체수가 4,516본이며, 현존식생은 총 22개 유형으로 이중 졸참나무-개서어나무군집(31.8%), 졸참나무군집(14.5%)의 분포면적이 상대적으로 넓었으며, 전체적으로 졸참나무 우점의 참나무류 식생이 전체 면적의 51.3%로 가장 넓게 분포하였고, 개서어나무 우점식생은 10.3%, 느티나무 우점식생은 4.2%이었다(한봉호 등, 2004). 또한, 상림에 생립하고 있는 수목은 참나무류 열매 채취를 위한 수간 피해, 지체부에 나무썩음병균의 침입으로 인한 피해, 화기 등의 피해, 딱따구리 등 천공성 조류에 의한 피해 등의 사유로 약 412본의 수목이 수간부나 가지 부위에 피해를 입고 있는 것으로 나타났다(함양군, 2002).

2) 함양 상림의 토지이용 현황

함양 상림의 토지 이용은 숲과 배수지, 역사인물공원, 잔디광장으로 크게 구분할 수 있으며, 배치현황은 표 1과 같다.

표 1. 함양 상림의 토지이용 현황.

구 분	숲	잔디광장	역사인물	취수장	도로·구거	대 지	농경지	계
면적(m ²)	117,971	8,000	6,698	9,138	54,977	2,631	21,499	220,914
비율(%)	53.4	3.6	3.0	4.1	24.9	1.2	9.7	100

함양 상림의 토지이용 현황을 분석한 결과 함양 상림은 전체가 220,714m²이며, 이 가운데 숲이 117,971m²로 전체 면적의 53.4%로 가장 많은 면적을 차지하고 있으며, 다음으로는 도로·구거가 24.9%, 농경지가 9.7%, 취수장이 4.1%, 잔디광장이 3.6%, 역사인물지 3.0%, 대지가 1.2%를 차지하고 있는 것으로 분석되었다. 그러나 숲의 면적이 가장 높은 비율을 차지하고는 있으나 전체 면적의 50%를 약간 웃돌아 숲의 면적을 늘리는 것이 필요한 실정이다. 즉, 함양 상림의 천연기념물 지정 목적 등을 고려할 때 숲의 면적이 적다는 것은 그만큼 함양 상림의 자원적, 경관적, 문화적 중요성으로 판단할 때 잔디광장, 역사인물, 농경지 등의 면적을 일부 수용해 숲을 조성해 줌으로써 숲의 면적을 증가시키는 것이 필요한 실정이다. 즉, 산책로 주변의 나지화된 지역 그리고 운동장 주변 지역은 인위적인 복구 대책 없이는 회복이 불가능할 것으로 사료된다(권태호 등, 1991).

3) 시설물 현황

함양 상림은 상림과 관련 없는 시설물들이 무질서하게 자리 잡고 있으며, 그 현황은 표 2와 같다.

표 2. 함양 상림내 시설물 현황.

구 분	수 량	비 고
공원관리소(동)	1	
화장실(동)	3	
누정(동)	4	함화루, 19인정, 화수정, 사운정
배수지건물(동)	2	
연지(개소)	1	
야외무대(동)	1	
역사인물공원(개소)	1	
비·석탑·탑(개)	10	비 8, 석탑 1, 탑 1
상수도배수지(개소)	1	
벤치(개)	77	
운동기구(개)	12	
쓰레기통(개)	10	
외등(개)	17	
50cm 낮은 쉼스(m)	2,930	
1.8m 높은 쉼스(m)	1,090	
음수대(개소)	3	

함양 상림에는 공원관리소 1동, 화장실 3동, 함화루·19인정·화수정·사운정 등 누정 4동, 배수지건물 2동, 연지 1개소, 야외무대 1동, 역사인물공원 1개소, 비 8개, 석탑 1개, 탑 1개, 상수도배수지 1개소, 벤치 77개, 운동기구 12개, 쓰레기통 10개, 외등 17개, 50cm 낮은 쉼스 2,930m, 1.8m 높은 쉼스 1,090m, 음수대 3개소가 설치되어 있다(함양군, 2002). 그러나 이러한 시설물들은 모두 상림에 반드시 필요한 시설물은 아니라고 생각된다. 즉, 공원관리소, 화장실, 함화루·19인정·화수정·사운정 등 누정, 배수지건물, 연지, 야외무대, 역사인물공원, 비, 석탑, 탑, 상수도배수지, 벤치, 쓰레기통, 외등, 음수대 등은 반드시 필요하다고 판단되나 50cm 낮은 쉼스, 1.8m 높은 쉼스, 운동기구 등은 반드시 필요한 시설물은 아니라고 생각된다. 이는 상림의 이용객 증가를 유도하고 그로 인해 상림 토양의 경화에 심각한 영향을 미치기 때문이다. 따라서 이들 시설물들은 일부 철거하거나 정비할 필요가 있으며, 철거 후에는 상림의 토양을 복원하기 위하여 상림 식생과 조화될 수 있는 식생을 도입할 필요가 있을 것으로 생각된다. 아울러 상수도 취수지는 역사인물 공원과 인접하여 상림 지역 외부로 이전하고 역사인물 공원을 추가 조성하거나 토양복원을 위하여 식생을 도입할 필요가 있을 것으로 생각된다. 또한, 함양 상림은 지리산과 연계해 있고 정부에서 추진하고 있는 지리산 통합문화권 개발(경남일보, 2004)과 연계해 자연친화적으로 개발하는 것도 필요할 것으로 생각된다.

2. 토양의 물리성 분석

10개 조사지에 대하여 토양의 물리성을 분석한 결과는 표 3과 같다.

상림 숲 10개 조사지 토양의 물리성을 분석한

표 3. 함양 상림 토양의 물리성.

구 분	토 양 삼 상(%)			토양용적밀도 (g/cm ³)	투수계수 (cm/sec)	조공극률 (pF2.7, %)
	액 상	고 상	기 상			
①	23.5	36.0	40.5	0.953	0.0136	37.3
②	16.0	46.3	37.7	1.227	0.0041	26.6
③	22.0	48.2	29.9	1.276	0.0015	35.9
④	23.4	38.1	38.6	1.009	0.0082	38.9
⑤	19.4	27.4	53.3	0.726	0.0204	31.1
⑥	10.7	57.3	32.1	1.516	0.0052	28.9
⑦	33.5	35.9	31.5	0.928	0.0027	30.3
⑧	30.2	36.1	33.8	0.956	0.0053	30.5
⑨	24.1	47.7	28.2	1.263	0.0007	30.7
⑩	18.6	45.6	35.8	0.605	0.0240	37.8

단, ① : 상림 입구 우측 숲, ② : 상림 다별당 앞 잔디밭, ③ : 상림 다별당 좌측 휴식터, ④ : 상림 다별당 좌측 화단 질경이 식재지, ⑤ : 상림 다별당 좌측 화단(등굴레 식재지), ⑥ : 다별당 산책로 좌측, ⑦ : 상림 낙엽층 견지 않은 사운정 앞, ⑧ : 상림 옛 소로, ⑨ : 상림 물레방아 옆 소로, ⑩ : 자연 산림지

결과, 토양의 통기성이 우수한 정도를 나타내는 토양 삼상 중 기상은 상림 다별당 좌측 화단(등굴레 식재지)가 53.3%로 가장 높았으며, 다음으로는 상림 입구 우측 숲으로 나타났으며, 대조구인 자연산림지(35.8%) 보다 높게 나타났다. 이는 상림 다별당 좌측 화단의 등굴레 식재지에는 그동안 등굴레 등 초본류의 식재 등으로 인위적인 피해가 적었고 또한 토양이 점차 회복되었음을 나타내는 결과라 생각된다. 한편, 토양의 답압정도를 나타내는 토양용적밀도는 다별당 산책로(1.516g/cm³), 상림 다별당 좌측 휴식터(1.276g/cm³), 상림 물레방아 옆 소로(1.263g/cm³), 상림 다별당 앞 잔디밭(1.227g/cm³), 상림 다별당 좌측 화단 질경이 식재지(1.009g/cm³), 상림 옛 소로(0.956g/cm³), 상림 입구 우측 숲(0.953g/cm³), 상림 낙엽층 견지 않은 사운정 앞(0.928g/cm³), 상림 다별당 좌측 화단 등굴레 식재지(0.726g/cm³), 자연 산림지(0.605g/cm³) 순이었다. 즉, 다별당 산책로는 계속되는 이용객의 답압으로 토양이 매우 경화된 것으로 나타났는데, 이를 회복시키기 위해서는 일정 시간 산책로를 이용하지 않도록 하는 방법도 강구할 수 있을 것으로 판단된다.

또한, 상림 다별당 좌측 휴식터, 상림 물레방아 옆 소로, 상림 다별당 앞 잔디밭, 상림 다별당 좌측 화단 질경이 식재지, 상림 옛 소로, 상림 입구 우측 숲, 상림 낙엽층 견지 않은 사운

정 앞의 토양용적밀도는 0.928g/cm³를 초과해 상림 다별당 좌측 화단 등굴레 식재지와 자연산림지보다 높은 값을 나타내었다. 따라서 주변산림지역과 유사한 토양용적밀도를 갖도록 해주기 위해서는 탐방객들의 무리한 답압이 이루어지지 않도록 유의할 필요가 있을 것으로 사료된다. 특히 상림 다별당 좌측 화단 등굴레 식재지와 같은 지역의 토양용적밀도는 다른 8개 지역에 비해 현저히 낮은 값을 나타내었는데, 이는 등굴레 식재 등으로 인해 토양이 회복될 수 있음을 의미하는 결과라 할 수 있다. 따라서 기존 산책로를 제외하고 예전에 산책로로 이용되었거나 방치된 소로 등의 산책로는 이용객이 이용할 수 없도록 소규모 출입금지 보호책을 설치하거나 등굴레 등 초본류를 도입하여 복원하는 방법을 강구할 필요가 있을 것으로 사료된다.

토양의 침투능력을 나타내는 투수계수는 자연산림지가 0.0240cm/sec로 가장 높았으며, 상림 다별당 좌측 화단 등굴레 식재지가 다음으로 높은 값을 나타내었다. 이는 토양의 침투능이 높음으로써 토양으로의 물침투를 증대시켜 토양의 수원함양기능을 좋게 하는데 기여할 것으로 사료된다. 아울러 토양의 보수성을 나타내는 조공극률(pF2.7)은 값이 높을수록 식생 및 토양의 회복상태가 좋다는 것을 의미한다(李天龍, 1995). 토양의 조공극률은 상림 다별당 화단 질경이 식재

지가 38.9%로 자연산림지(37.8%)보다 비교적 높은 값을 나타내었는데, 이는 질경이 식재지에서도 회복이 진행된 토양 샘플링에 의한 결과라 생각된다.

3. 토양 답압에 의한 경화도 분석

관입시험기를 이용하여 함양 상림의 각 조사지별 토심별 토양경도는 표 4와 같다. 각 조사지에서의 평균 토심은 상림 물레방아 옆 소로가 51.5cm로 가장 깊었으며, 다음으로 상림 낙엽층 견지 않은 사운정 앞이 40.5cm이었으며, 주변 산림지는 37.5cm에 불과해 이들 지역보다 토심이 낮은 것으로 나타났는데, 이는 상림 물레방아 옆 소로와 상림 낙엽층 견지 않은 사운정 앞은 그동안 토양복원을 위해 모래 등을 복토한 지역이었기 때문인 것으로 사료된다. 또한, 표층토에서 토양경도가 가장 높은 곳은 다별당 산책로 좌측으로 토양경도는 24.5kgf/cm²달해 다른 조사지보다 매우 높은 값을 나타내었는데, 이는 많은 이용객들의 누적된 답압에 기인한 결과라 생각된다. 즉, 이 정도의 토양경도가 자연임지 상태로 회복되기 위해서는 매우 오랜 시간이 소요된다는 것을 의미하는 것이다.

한편, 토양 5cm 깊이에서 가장 높은 토양경도

를 나타낸 지역은 상림 다별당 앞 잔디밭으로 토양경도는 27.7kgf/cm²로 이용객들의 답압에 의한 토양경도보다 높은 결과를 나타내었는데, 이는 이용객들이 놀이를 하거나 축구 등 운동을 함으로써 발생하는 답압이 토양경화에 더 크게 작용하는 것을 의미하는 결과이다. 토양 10cm 깊이에서는 상림 다별당 좌측 화단(둥굴레 식재지)에서 26.0kgf/cm²로 매우 높은 토양경도를 나타내었는데, 이는 기존에 둥굴레를 식재하기 전 이미 토양이 경화되어 있었음을 의미하는 것으로 그 보다 상층부의 토양경도가 이 보다 낮은 14.0kgf/cm²로 나타나 둥굴레 식재 후 토양이 점차 회복되어지고 있는 것으로 분석되었다. 토양 깊이 15cm에서는 상림 입구 우측 숲이 토양경도 17.0kgf/cm²로 비교적 높은 값을 나타내었는데 이는 계속되는 이용객들이 그 곳에서 휴식을 취하며, 답압을 하기 때문에 나타난 결과로 이 토양을 자연적인 산림지역과 같은 상태로 복원하기 위해서는 이용객들이 들어가지 못하도록 한 상태에서 수십 년 이상이 소요될 것으로 생각된다(박재현, 2002). 토양 깊이 20cm에서는 상림 물레방아 옆 소로가 17.5kgf/cm²로 나타났으며, 더 깊은 토심에서는 그보다 낮은 토양경도를 나타내었다. 이는 토양 깊이 20cm까지가 이용객들의 답압에 의한 토양

표 4. 각 조사지별 토심별 토양경도.

조사지별토양경도 토양깊이 (cm)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
평균토심(cm)	25.0	9.0	13.5	7.0	11.0	3.0	40.5	11.5	51.5	37.5
0	0	0	2.0	0	0	24.5	0	3.0	0	0
5	9.7	27.7	19.0	20.0	14.0		4.0	7.5	10.0	2.5
10	16.0		19.5		26.0		4.0	13.5	12.0	5.0
15	17.0						9.5		11.0	6.0
20	16.5						14.5		17.5	4.0
25	15.0						14.8		9.0	8.5
30							10.0		7.0	9.5
35							6.0		9.0	13.3
40							6.0		9.0	
45									9.0	
50									9.5	

단, ① : 상림 입구 우측 숲, ② : 상림 다별당 앞 잔디밭, ③ : 상림 다별당 좌측 휴식터, ④ : 상림 다별당 좌측 화단 질경이 식재지, ⑤ : 상림 다별당 좌측 화단(둥굴레 식재지), ⑥ : 다별당 산책로 좌측, ⑦ : 상림 낙엽층 견지 않은 사운정 앞, ⑧ : 상림 옛 소로, ⑨ : 상림 물레방아 옆 소로, ⑩ : 자연 산림지

경화의 영향을 받고 있음을 의미하는 결과라 생각된다. 따라서 이러한 경화된 토양을 복원하기 위해서는 경운 등 토양통기성 증진 작업이 필요할 것으로 생각되나, 현실적으로 어려운 점이 있으므로 이러한 방법보다는 국립공원관리공단에서 시행하는 자연휴식년제와 같은 방법(朴在鉉, 2000)을 응용, 숲 지역에서는 이용객을 제한함으로써 자연스럽게 토양이 복원되도록 하는 방안을 강구할 필요가 있을 것으로 생각된다.

4. 토양의 화학성 분석

함양 상림 지역 토양의 화학성을 분석한 결과는 표 5와 같다.

함양 상림 토양을 분석한 결과, 토성은 다별당 산책로 좌측부분이 모래질토성이고, 상림 낙엽층 견지 않은 사운정 앞은 미사질양토이며, 나머지 8개 조사지는 모두 사질양토로 분석되었다. 즉, 미사질양토로써 토성만을 고려할 때 식물이 이용할 수 있는 수분함량이 가장 높은 지역은(Brady and Weil, 2002) 미사질양토가 분포하는 상림 낙엽층을 견지 않은 사운정 앞이라고 판단된다.

또한, 토양내 수분의 보유능력과 밀접한 관계를 가지는 점토함량은 상림 입구 우측 숲, 상림 다별당 좌측 휴식터, 상림 다별당 좌측 화단 등

굴레 식재지, 상림 낙엽층 견지 않은 사운정 앞, 상림 옛 소로, 자연 산림지 등은 3.53~6.21%로 일반적으로 우리나라 변성암 모재인 A층의 점토 함량 15.6%, B층 17.9%에 비해(정진현 등, 2003) 낮은 값을 보이고 있으며, 상림 다별당 앞 잔디밭, 상림 다별당 좌측 화단 질경이 식재지, 다별당 산책로 좌측, 상림 물레방아 옆 소로는 점토 함량이 2.25~2.89로 극히 낮은 값을 나타냈다. 이는 일반적으로 이 지역이 낮은 토양온도를 가지며, 이 같은 토양생성요인이 토양의 물리 화학적 풍화에 의한 2차광물인 점토의 생성에 제한적 요인으로 작용했을 가능성이 있다고 생각된다(정진현 등, 2003).

한편, 토양의 산성화 정도를 나타내는 산도(pH)는 상림 다별당 좌측 화단 질경이 식재지, 상림 다별당 좌측 화단(등굴레 식재지), 다별당 산책로 좌측 숲은 각각 6.44, 6.45, 6.17로 약산성을 나타내고 있는 반면 상림 입구 우측 숲, 상림 다별당 앞 잔디밭, 상림 다별당 좌측 휴식터 상림 낙엽층 견지 않은 사운정 앞, 상림 옛 소로, 상림 물레방아 옆 소로는 토양 pH가 각각 4.95, 4.51, 5.39, 4.18, 4.95, 4.84로 부분적으로 강산성을 나타내어 토양의 산성화가 발생되는 것으로 나타났다. 일반적으로 변성암 모재로부터 생성된 산림토양의 pH 5.34에 비해(정진현 등, 2003) 낮

표 5. 함양 상림 토양의 화학성.

구분	토양삼상(%)				pH	유기물 (%)	전질소 (%)	유효인산 (mg/kg)	C.E.C. (cmol+/Kg)	치환성양이온(cmol+/Kg)			
	모래	미사	점토	토성						K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
①	70.56	25.59	3.85	SL	4.95	1.20	0.071	41.43	11.66	0.18	0.09	0.16	0.32
②	62.78	34.97	2.25	SL	4.51	6.06	0.335	111.83	15.18	0.65	0.12	3.24	1.24
③	82.58	13.89	3.53	SL	5.39	1.50	0.073	48.32	10.12	0.27	0.13	2.96	2.73
④	83.38	14.37	2.25	SL	6.44	3.72	0.143	116.98	10.34	0.48	0.15	6.23	1.30
⑤	70.34	23.45	6.21	SL	6.45	4.21	0.135	120.45	11.23	0.49	0.18	6.44	1.32
⑥	87.00	10.43	2.57	S	6.17	1.64	0.093	48.85	9.02	0.35	0.14	3.89	1.40
⑦	45.46	50.36	4.18	SiL	4.18	8.10	0.437	72.54	16.94	0.80	0.09	3.74	1.58
⑧	70.56	25.59	3.85	SL	4.95	1.20	0.071	41.43	11.66	0.18	0.09	0.16	0.32
⑨	74.50	22.61	2.89	SL	4.84	0.70	0.043	61.90	11.66	0.13	0.07	0.11	0.25
⑩	73.12	22.38	4.50	SL	5.02	4.56	0.075	10.57	10.78	0.29	0.09	0.36	0.82

단, ① : 상림 입구 우측 숲, ② : 상림 다별당 앞 잔디밭, ③ : 상림 다별당 좌측 휴식터, ④ : 상림 다별당 좌측 화단 질경이 식재지, ⑤ : 상림 다별당 좌측 화단(등굴레 식재지), ⑥ : 다별당 산책로 좌측, ⑦ : 상림 낙엽층 견지 않은 사운정 앞, ⑧ : 상림 옛 소로, ⑨ : 상림 물레방아 옆 소로, ⑩ : 자연 산림지

은 값을 보이고 있다. 따라서 부분적으로 산성화가 나타나는 지역에 대해서는 석회의 시용 등 부분적인 조치가 필요할 것으로 사료된다.

토양내 이화학적 성질뿐만 아니라 토양수분 보유능력에 가장 크게 영향을 미치는 유기물함량의 경우 분석 결과, 상림 물레방아 옆 소로(0.70%), 상림 입구 우측 숲(1.20%), 상림 다별당 좌측 휴식터(1.50%), 다별당 산책로 좌측(1.64%)로 다른 6개 조사지의 값 3.72~8.10%에 비해 매우 낮은 값을 나타내었는데, 이는 이용객의 과도한 답압 및 강우 등에 유기물이 씻겨 내려가 유실된 데 기인한 것으로 사료된다.

전질소의 경우 유기물함량과 밀접한 관계를 가지는데(정진현 등, 2003), 이와 같은 결과는 상림 입구 우측 숲(0.071%), 상림 다별당 좌측 휴식터(0.073%), 상림 옛 소로(0.071%), 상림 물레방아 옆 소로(0.043%)가 그러한 현상을 나타내고 있다.

양이온치환용량에 가장 크게 영향을 미치는 요인은 점토와 유기물함량으로써 이 지역의 점토함량이 6.21% 이하의 낮은 값을 고려할 때 유기물함량이 양이온치환용량에 가장 크게 영향을 미치고 있을 것으로 사료되며, 그 결과 양이온치환용량은 다별당 산책로 좌측이 9.02cmol⁺/Kg로 다른 9개 조사지보다 낮은 값을 나타내었는데 이와 같은 결과도 이용객의 과도한 답압 및 강우 등에 유기물이 씻겨 내려가 유실된 데 기인한 것으로 사료된다.

IV. 결 론

이 연구는 함양 상림의 토양 및 입지특성을 분석하여 상림 복원을 위한 과학적 관리방안을 제시하고자 수행하였다.

토양용적밀도는 9개 조사지역 모두 자연산림지보다 높은 것으로 나타나, 이를 회복시키기 위해서 가능한 지역에서는 경운 등 토양통기성 증진 작업이 필요할 것으로 사료된다. 또한, 답압 등으로 경화된 토양경도를 낮추어주기 위해서는 초본류 등 식물을 식재하여 이용객들이 이용하지 못하도록 하는 방법, 그리고 숲 지역에서는

이용객을 제한함으로써 자연스럽게 토양이 복원되도록 할 필요가 있을 것으로 생각된다.

상림 입구 우측 숲을 비롯한 4개 지역의 토양 산도는 pH 4.18~4.95로 변성암 모재로부터 생성된 산림토양의 pH 5.34에 비해 매우 낮은 값을 나타내 토양산성화를 방지하기 위하여 석회 등을 시용할 필요가 있는 것으로 판단된다.

또한, 상림지역에서는 과도한 답압 및 강우 등으로 토양유기물의 유실이 현저히 나타나는 것으로 판단할 때 식물 생장에 필요한 비료를 정기적으로 시용하는 등 상림 복원을 위한 중·장기적인 관리대책을 마련할 필요가 있을 것으로 생각된다.

인 용 문 헌

- 권태호 · 오구균 · 권순덕. 1991. 지리산국립공원의 등산로 및 야영장 주변 환경훼손에 대한 이용영향. 응용생태연구 5(1) : 91-103.
- 경남일보. 2004. 지리산 통합문화권 가시화. 2월 4일자.
- 기상청. 2001. 한국기후표(1971-2000). 기상청. 동진문화사. 632pp.
- 김경훈. 1994. 임도 절토비탈의 식생조성에 미치는 환경인자의 영향에 관한 연구. 서울대학교 석사학위논문. 51pp.
- 문화공보부. 1973. 문화재대관람(천연기념물편). 문화공보부. 632pp.
- 박재현. 1995. 백운산 성숙활엽수림 개별수확지에서 벌출직후의 환경변화와 운재로 침식에 관한 연구. 서울대학교 박사학위논문. 137pp.
- 박재현. 2000. 북한산국립공원 북동사면 일대 계류수질 특성(IV) - 이화학적 특성의 계절별 변화를 중심으로 -. 한국임학회지 90(1) : 146-154.
- 박재현. 2002. 벌채지내 운재로의 토양물리성 회복. 한국임학회지 91(1) : 88-95.
- 산림청. 2003. '02 태풍 "루사" 수해복구 자료 모음집. 802pp.
- 우보명 · 박재현 · 김경훈. 1994a. 벌채적지 운재

- 로의 토양가밀도 변화와 자연식생회복에 관한 연구. 한국임학회지 83(4) : 545-555.
- 우보명 · 오구균 · 김경훈 · 박종영 · 박정호. 1994b. 백운산 연습림내 벌채지역의 식생 천이에 관한 연구(I). 서울대학교 연습림 연구보고 30 : 15-25.
- 이천용. 1995. 산림환경토양학. 진성문화사. 45-88pp.
- 임경빈. 1985. 신고조림학원론. 향문사. 491pp.
- 임경빈. 1993. 천연기념물-식물편-. 대원사. 542pp.
- 전근우 · 오재만. 1992. 임도사면의 토사유출과 식생침입에 관한 연구(I). 강원대학교 연습림보고 12 : 39-58.
- 정진현 · 김춘식 · 구교상 · 이충화 · 원형규 · 변재경. 2003. 한국 산림토양의 모암별 이화학적 특성. 한국임학회지 92 : 254-262.
- 지용기 · 오구균. 2001. 산림 벌채적지의 6년간 식생구조 변화(I) - 광양시 백운산 연습림지역을 중심으로 -. 한국임학회지 90(6) : 673-682.
- 한봉호 · 김종엽 · 조현서. 2004. 함양 상림의 환경생태적 구조 분석 및 생태적 관리방안. 한국환경생태학회지 17(4) : 424-336.
- 함양군. 2002. 함양 상림의 보존관리 및 활용을 위한 기본계획. 함양군. 87pp.
- 藤原俊六郎 · 安西微郎 · 加藤哲郎. 1996. 土壤診断の方法と活用. 281pp.
- Adams, P. W. 1981. Compaction of forest soils : a pacific northwest extension publication. Oregon. USDA Forest Service. PNW-217.
- Brady, N. C. and R. R. Weil. 2002. The nature and properties of Soils. 13thed. Prentice Hall. 960pp.
- Froehlich, H. A., D. W. R. Miles. and R. W. Robbins. 1985. Soil bulk density recovery on compacted skid trails central Idaho. Soil science society american journal 49(4) : 1016-1017.
- Krag, P., K. Higginbotham and R. Rothwell. 1986. Logging and soil disturbance in southeast British columbia. canadian journal of forestry research 16 : 1345-1354.
- Sidle, R. C. 1980. Impacts of forest practices on surface erosion. A pacific northwest extension publication, Oregon. USDA Forest service. PNW 195 : 1-5.

接受 2004年 9月 13日